



---

TUGAS AKHIR - RC14-1501

## METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN PROYEK APARTEMEN ONE EAST SURABAYA DENGAN METODE TOP-DOWN

NINDITYA MUSTIKA SARI  
NRP. 3111 100 127

Dosen Pembimbing :  
Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., PhD

Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2015



THE FINAL TASK - RC14-1501

# THE METHOD OF IMPLEMENTATION OF THE CONSTRUCTION PROJECT OF THE APARTMENTS ONE EAST OF SURABAYA WITH A TOP-DOWN METHOD

NINDITYA MUSTIKA SARI  
NRP. 3111 100 127

Supervising Professor :  
Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., PhD

Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2015

# **METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN PROYEK APARTEMEN ONE EAST SURABAYA DENGAN METODE TOP-DOWN**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Struktur  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

**NINDITYA MUSTIKA SARI**

**NRP. 3111 100 127**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

**L. Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., PhD.**

**NIP. 197404202002121003**

**SURABAYA  
JUNI 2015**

# **METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN PROYEK APARTEMEN ONE EAST SURABAYA DENGAN METODE *TOP-DOWN***

Nama Mahasiswa : Ninditya Mustika Sari  
NRP : 3111100127  
Jurusan : Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Abstrak : Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., Ph.D

## **ABSTRAK**

*Apartemen One East Surabaya merupakan salah satu gedung tinggi di Surabaya dengan 3 lantai basement dan 33 lantai atas. Pembuatan basement pada bangunan bertingkat saat ini sangat banyak dilakukan salah satu faktornya karena terbatasnya lahan yang akan dibangun, pada umumnya pembangunan basement difungsikan untuk lahan parkir. Basement yang akan dibangun memiliki kedalaman dan kondisi yang berbeda-beda, sehingga dibutuhkan metode yang tepat sesuai dengan kondisi di lapangan.*

*Metode untuk pelaksanaan pembangunan basement terdapat 2 cara, yaitu bottom-up dan top-down. Pada proyek pembangunan Apartemen One East metode eksisting pembangunan basement digunakan metode konstruksi bottom-up. Pada penelitian ini metode tersebut akan di modifikasi menggunakan metode konstruksi top-down. Informasi mengenai metode kerja, produktivitas pekerja ini didapat dengan wawancara kepada project manager dan staff engineering di proyek. Perhitungan biaya dan waktu dilakukan dengan menganalisa kapasitas dan produktivitas tenaga kerja dan alat berat, membandingkan waktu normal dengan waktu setelah perubahan metode konstruksi.*

*Hasil dari modifikasi metode konstruksi dengan menggunakan metode konstruksi top-down pada proyek Apartemen One East Surabaya ini membutuhkan waktu pelaksanaan selama 196 hari*

dan menghabiskan biaya untuk 3 basement dan 3 lantai atas Rp 56.106.064.316,47. Sedangkan untuk metode bottom-up dibutuhkan waktu selama 203 hari dengan total biaya Rp 44.270.619.658,87.

**Kata kunci** : bottom-up, top-down, basement, metode pelaksanaan, biaya, waktu



# **THE METHOD OF IMPLEMENTATION OF THE CONSTRUCTION PROJECT OF THE APARTMENTS ONE EAST OF SURABAYA WITH A TOP-DOWN METHOD**

Name : Ninditya Mustika Sari  
NRP : 3111100127  
Department : Civil Engineering  
Supervising Professor : Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., PhD

## **ABSTRACT**

*One East apartment Surabaya is one tall building in Surabaya with 3 basement floors and 33 top floors. The making of a basement in the terraced building currently very much carried out one of the factors because emphasis on land will be built, generally the construction of the basement is used for parking lots. Basement that will be built have depth and different conditions, so it takes the right method according to the conditions in the field.*

*Methods for the implementation of the construction of the basement there are two ways, i.e. bottom-up and top-down. At One East Apartment building projects in existing construction method of basement used bottom-up construction method. On the research methods of these modifications using top-down construction method. Information on working methods, worker productivity is obtained with interviews to the project manager and the project's engineering staff. Calculation of costs and time is done by analyzing the capacity and productivity of the workforce and heavy equipment, comparing the normal time with time after the change of the method of construction.*

*The result of the modification of the method of construction using top-down construction method in One Apartment Project East of Surabaya this takes execution during*

*196 day and the cost for 3 basements and 3 upper floors of Rp 56.106.064.316,47. Meanwhile for bottom-up method need 203 day for the construction and cost Rp 44.270.619.658,87.*

**Keywords** : *bottom-up, top-down, basement, method of implementation, cost, time.*

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT karena atas berkat, rahmat, dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir berjudul “Metode Pelaksanaan Pembangunan Proyek Apartemen One East Surabaya dengan Metode *Top-Down*” dengan baik.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua yang telah membantu penulis dalam pembuatan tugas akhir ini, mulai dari rencana, proses, hingga tahap penyusunan. Terutama untuk:

1. Kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Agus Purmanto dan Ibu Erfanti yang tidak hentihentinya mendoakan dan wejangan yang bapak ibu berikan kepada penulis untuk kelancaran tugas akhir ini.
3. Mbak Agfin Oktaviana Putri yang juga mensupport penulis.
4. Bapak Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., PhD selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Putu dan Bapak Kadek yang selalu menyemangati penulis dengan memberikan asupan gizi.
6. Sahabat-sahabatku, Citra Putri Kalingga yang selalu memberikan semangat dimanapun berada, Avisha “inem” temen ngerjain TA bareng walau kadang galau dengan LDR nya, Galih yang selalu memberi tumpangan untuk asupan gizi lain, Himatul yang selalu menyemangati dengan keberisikan diline, Sisy yang menyemangati lewat lagu-lagu coveran, Ichsan “macho” yang ganteng, Carissa yang menemani penulis mengerjakan tugas akhir bersama-sama dan Fakhriyah, Ozyza dan Atik yang lucu terima kasih untuk suprotnya.



7. Sahabat kantin yang memberikan keceriaan, Erung, Bayu, Ditok, Agil, Koreng, Mbah Ade, Bimo, Kalonk, Kipur, Revita, Uffan, Fifi, Ninid
8. Teman-teman dan keluarga S54 yang tercinta, Finna terima kasih telah memperkenalkan triplet dan spam makanan bersama Rasti. Lisa, Firna, Regi, Anita, Andre, Indrayon, Bobby, Revi, Jerry, Brima, Danang, Naim, Haru, Reta, Widya, Radita, Diana, Dedy, Miki, Sevi, Owik, Septin, Hendranisa, Aulia dan semuanya.
9. Betty yang selama 3 tahun pertama di Surabaya menemani penulis kemanapun pergi, meski pada akhirnya diculik dengan paksa.
10. Mbak Fitri Prawidiawati dan semua teman kerja Citra terima kasih sekali atas bantuannya. Dan Mbak Rere seperjuangan asistensi.
11. Dosen Pengajar di Teknik Sipil ITS
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang selalu memberi dukungan untuk penulis selama perkuliahan dan pengerjaan tugas akhir ini, semoga jasa anda dibalas kebaikan oleh-Nya.
13. Song Ilgook karena telah memiliki anak-anak yang lucu seperti Song Daehan, Song Min-guk, dan Song Manse.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih mempunyai banyak kekurangan sehingga masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak dalam perbaikan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat dan dapat menambah pengetahuan bagi para pembaca.

Surabaya, Juni 2015

Penulis

# DAFTAR ISI

HalamanJudul	
LembarPengesahan	
Abstrak .....	i
Abstract .....	iii
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vii
DaftarTabel .....	xi
DaftarGambar .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 LatarBelakang .....	1
1.2 RumusanMasalah .....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 BatasanMasalah.....	3
1.5 Manfaat .....	4
1.6 SistematikaPenulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 MetodeKonstruksi .....	7
2.1.1 MetodePelaksanaanKonstruksiSistem <i>Bottom- Up</i> .....	7
2.1.2 MetodePelaksanaanKonstruksiSistem <i>Top- Down</i> .....	9
2.2 KelebihandanKekuranganMetodePelaksanaan .....	12
2.2.1 MetodeKonstruksi <i>Bottom-Up</i> .....	13
2.2.2 MetodeKonstruksi <i>Top-Down</i> .....	13
2.3 AlatBerat.....	14
2.3.1 <i>Backhoe/Excavator</i> .....	15
2.3.2 <i>Dump Truck</i> .....	15
2.4 MetodePenggalian Tanah.....	16
2.5 <i>Dewatering</i> .....	19
2.6 WaktuSiklus ( <i>Cycle Time</i> ) .....	27
2.7 ProduktivitasAlat.....	28

2.8	EfisiensiAlat.....	28
2.8.1	<i>Excavator</i> .....	29
2.8.2	<i>Dump Truck</i> .....	31
2.8.3	<i>Bulldozer</i> .....	31
2.9	PerhitunganJumlahdan Jam KerjaAlat.....	32
2.10	EstimasiBiayaProyek.....	33
2.10.1	Jenis-jenisEastimasi .....	33
2.10.2	Jenis-jenisBiaya .....	34
2.11	Penjadwalan .....	36
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>		<b>39</b>
3.1	TahapPenelitian .....	39
3.2	AlurPerencanaanStrukturGedung.....	41
3.2.1	StudiLiteratur .....	41
3.2.2	Proses Pengumpulan Data .....	41
3.2.3	MerencanakanMetode <i>Top-Down</i> .....	42
3.3	MenghitungProduktivitasMasing-MasingAlatBerat yangDigunakan.....	44
3.3.1	MenghitungWaktuSiklus/ <i>Cycle Time</i> (CT) .....	45
3.3.2	MenghitungKebutuhanAlatBeratuntukTiap- TiapJenisPekerjaan.....	45
3.3.4	MenghitungBiayaPenggunaanAlatBerat .....	46
3.4	Penjadwalan .....	47
3.5	PerhitunganEstimasiBiaya .....	48
3.6	BaganAlirPerhitunganBiayadanWaktu.....	48
<b>BAB IV ANALISIS DATA.....</b>		<b>51</b>
4.1	Umum .....	51
4.2	GambaranUmumProyek .....	51
4.3	Data TeknisProyek .....	52
4.3.1	Data Proyek.....	52
4.3.2	PetaLokasi.....	53
4.3.3	Pihak-Pihak yang Terlibat.....	53
4.4	AnalisisMetodePelaksanaanProyek.....	53
4.4.1	PekerjaanDindingPenahan Tanah.....	54

4.4.2	Pekerjaan <i>Bored Pile</i> dan <i>King Post</i> .....	57
4.4.3	Perhitungan Pemancangan .....	62
4.4.4	Pekerjaan Pembagian Zonadan Penggalian .....	64
4.4.5	Analisis Pemakaian Alat Berat <i>Bulldozer</i> .....	65
4.4.6	Pekerjaan Galian.....	67
4.4.7	Analisis Pemakaian Alat Berat <i>Excavator</i> .....	70
4.4.8	Pekerjaan Pembuangan Material Hasil Galian ...	74
4.5	Analisis Pekerjaan Struktur.....	81
4.5.1	Analisis Pekerjaan Struktur Atas .....	81
4.5.2	Analisis Pekerjaan Struktur Bawah.....	83
4.5.3	Analisis Dimensi Kolom dan Pelat .....	87
4.6	Rencana Anggaran Biaya (RAB) .....	88
4.7	Pembahasan.....	90
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>91</b>
5.1	Kesimpulan .....	91
5.2	Saran .....	91
<b>Daftar Pustaka.....</b>		<b>xix</b>
<b>Lampiran</b>		



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Faktor Efisiensi Alat.....	27
<b>Tabel 2.2</b>	Faktor Efisiensi Operator.....	27
<b>Tabel 2.3</b>	Waktu Siklus <i>Backhoe</i> Beroda <i>Crawler</i> .....	28
<b>Tabel 2.4</b>	Faktor Koreksi <i>Bucket</i> untuk Alat Gali .....	28
<b>Tabel 2.5</b>	Faktor Koreksi <i>Blade</i> .....	30
<b>Tabel 3.2</b>	Beban Hidup Pada Struktur .....	31
<b>Tabel 4.1</b>	Rekapitulasi Dimensi Balok Induk .....	52
<b>Tabel 4.2</b>	Rekapitulasi Dimensi Balok Anak .....	53
<b>Tabel 4.3</b>	Rekapitulasi Dimensi Pelat.....	57

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Pelaksanaan <i>Basement</i> dengan Metode <i>Bottom-Up</i> .....	6
<b>Gambar 2.2</b>	Struktur <i>Basement Top-Down</i> .....	9
<b>Gambar 2.3</b>	Pemasangan <i>Bored Pile</i> dan <i>King Post</i> .....	10
<b>Gambar 2.4</b>	<i>Excavator</i> .....	13
<b>Gambar 2.5</b>	<i>Dump Truck</i> .....	14
<b>Gambar 2.6</b>	Galian Terbuka .....	15
<b>Gambar 2.7</b>	Menurunkan Air Tanah Di Bawah Dasar Galian .....	16
<b>Gambar 2.8</b>	Menurunkan Level Air Tanah di Luar Zona Penggalan untuk Menghindari <i>Sand Boiling</i> ..	18
<b>Gambar 2.9</b>	Menurunkan Level <i>Piezometric</i> pada Tanah Berpasir untuk Menghindari Kegagalan <i>Upheaval</i> .....	19
<b>Gambar 2.10</b>	PotonganMetode <i>Open Pumping</i> .....	21
<b>Gambar 2.11</b>	Tampak AtasMetode <i>Open Pumping</i> .....	21
<b>Gambar 2.12</b>	Potongan Metode <i>Dewatering Predrainage</i> ..	22
<b>Gambar 2.13</b>	Tampak Atas Metode <i>Dewatering Predrainage</i> .....	22
<b>Gambar 2.14</b>	Potongan Metode <i>Cut Off</i> .....	24
<b>Gambar 2.15</b>	Tampak Atas Metode <i>CutOff</i> .....	24
<b>Gambar 3.1</b>	<i>Flowchart</i> MetodologiPenelitian .....	38
<b>Gambar 3.2</b>	Diagram AlirDetail A: <i>Top-Down Method</i> ....	39
<b>Gambar 3.3</b>	Rute Pekerjaan Galian.....	42
<b>Gambar 3.4</b>	Diagram Alir untuk Perhitungan Biaya dan Waktu Proyek .....	43
<b>Gambar 4.1</b>	PetaLokasiProyek .....	49
<b>Gambar 4.2</b>	Proses <i>Spotting</i> danPengeboran <i>Bored Pile</i> ....	51
<b>Gambar 4.3</b>	Proses InstalasiTulangan, Pengecoran, danPengeluaran <i>Casing</i> pada <i>Bored Pile</i> .....	52
<b>Gambar 4.4</b>	DenahDindingPenahan Tanah .....	52
<b>Gambar 4.5</b>	Pengeboran <i>Bored Pile</i> hingga Kedalaman Rancana.....	54



<b>Gambar 4.6</b> <i>King Post</i> dengan Tulangan .....	54
<b>Gambar 4.7</b> Memasukkan Tulangan <i>Bored Pile</i> dan <i>King Post</i> .....	55
<b>Gambar 4.8</b> Memasukkan Tulangan <i>Bored Pile</i> dan <i>King Post</i> .....	56
<b>Gambar 4.9</b> Ilustrasi Pembuatan <i>Bored Pile</i> dan <i>King Post</i> .....	57
<b>Gambar 4.10</b> Pengecoran untuk Lantai Dasar ( <i>Slab Floor</i> ) ..	58
<b>Gambar 4.11</b> Pembagian Zona Pekerjaan dan Rute Penggalian pada Lokasi Proyek .....	60
<b>Gambar 4.12</b> Penggalian Lantai Satu Basement pada Zona 1 .....	64
<b>Gambar 4.13</b> Pembuatan Lantai <i>Basement</i> Satu .....	64
<b>Gambar 4.14</b> Pekerjaan Lantai <i>Basement</i> .....	65
<b>Gambar 4.15</b> Pelaksanaan Penggalian Lantai <i>Basement</i> dengan Alat Berat <i>Excavator</i> .....	65

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Sebagai kota besar dan padat penduduk, Surabaya, memerlukan fasilitas yang baik dan layak untuk memenuhi tuntutan akan kebutuhan masyarakatnya. Salah satunya adalah menyediakan fasilitas hunian yang berupa rumah, hotel, wisma, apartemen dan sebagainya. Dengan semakin maraknya pembangunan hunian di Surabaya namun lahan yang tersedia terbatas, sehingga mendukung para engineer untuk memanfaatkan lahan yang terbatas semaksimal mungkin menjadi bangunan vertikal. Bangunan vertikal ini dapat berupa bangunan bertingkat ke atas maupun ke bawah (*basement*).

Salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pembangunan gedung vertikal adalah metode pelaksanaan serta alat berat yang akan digunakan. Alat berat mempunyai peranan penting selama proses pelaksanaan suatu proyek. Fungsi utama dari penggunaan alat berat adalah membantu mempermudah proses pelaksanaan suatu pekerjaan agar proyek berjalan sesuai dengan rencana yang telah dibuat. Metode konstruksi merupakan bagian yang sangat penting dalam proyek konstruksi untuk mencapai sasaran proyek yaitu tepat biaya, kualitas dan waktu. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat dan aman sangat membantu dalam penyelesaian pekerjaan pada suatu proyek konstruksi sehingga target waktu, biaya, dan mutu yang telah ditetapkan dapat tercapai.

Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dengan memanfaatkan lahan yang terbatas ini dibangun Apartemen *One East Residence* yang terletak di Jalan Kertajaya Indah Timur no. 79. Gedung ini dibangun

dengan luas tanah  $5.074 \text{ m}^2$  yang memiliki 33 lantai untuk bangunan atas, dan 3 lantai untuk *basement*. Bangunan ini terletak diantara bangunan eksisting berupa perumahan.

Bangunan *basement* memerlukan perencanaan dan perhitungan yang matang, baik dari segi struktur maupun pelaksanaan. Hal ini dikarenakan *basement* merupakan proses pertama dari pembangunan suatu proyek gedung bertingkat dan sering mengalami permasalahan dikarenakan keterbatasan lahan dan ruang gerak. Terdapat dua macam metode pelaksanaan yang telah diaplikasikan pada proyek, yaitu metode *bottom-up* dan metode *top-down*. Metode konstruksi *bottom-up* adalah metode konstruksi konvensional pada umumnya dimana pembangunannya dimulai dari penggalian lantai *basement* kemudian dilanjutkan konstruksi dari bawah ke atas, sedangkan untuk metode konstruksi *top-down* adalah metode konstruksi baru dimana pembangunannya paralel yaitu bersamaan antara struktur atas dan bawah. Pada proyek Apartemen *One East* proses pembangunannya menggunakan metode *bottom-up*, dalam penelitian ini akan direncanakan dengan menggunakan metode *top-down*. Sehingga nantinya dari hasil analisa tugas akhir ini dapat diketahui pengaplikasian metode *top-down* pada pembangunan proyek. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan *basement* yaitu kestabilan dari galian yang dipengaruhi oleh tekanan tanah, kedalaman galian *basement*, jenis tanah, kondisi sekitar galian, jenis dinding penahan yang dipakai dan lain-lain. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan yang matang pada saat pelaksanaan pembangunan. Penelitian ini bertujuan melakukan perhitungan waktu dan biaya pada proyek Apartemen *One East* dengan menggunakan metode *top-down*.

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penyusunan Tugas Akhir ini, permasalahan yang timbul adalah :

1. Bagaimana metode pelaksanaan konstruksi sistem *top-down* pada pembangunan Apartemen *One East*?
2. Berapa waktu dan biaya yang diperlukan untuk pembangunan proyek dengan metode *top-down*?

## 1.3. Tujuan Penulisan

Dari beberapa perumusan masalah diatas, penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Merencanakan tahapan pelaksanaan metode konstruksi sistem *top-down* pada pembangunan basement gedung.
2. Membandingkan biaya dan waktu proyek dengan menggunakan metode *bottom-up* dan metode *top-down*.

## 1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Tahapan pelaksanaan metode konstruksi sistem *top-down* pada pembangunan *basement* pada bangunan gedung.
2. Jumlah lantai proyek yang ditinjau adalah 3 lantai *basement* dan 3 lantai untuk struktur atas.
3. Pekerjaan *basement* dan lantai atas hanya meliputi strukturnya saja.
4. Analisa biaya didasarkan pada data Harga Satuan Pekerjaan (HSPK 2015).



### 1.5. Manfaat Penulisan

Adapun manfaat penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Memberikan wawasan tentang pelaksanaan *basement* pada proyek Apartemen *One East* menggunakan metode konstruksi *top-down*, sesuai dengan kondisi di sekitar proyek yang diteliti.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Dalam perencanaan ini, sistematika penulisan yang digunakan berdasarkan tahapan-tahapan berikut ini :

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, lingkup pembahasan, dan metodologi penulisan.

#### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini diuraikan tentang metode pelaksanaan *bottom-up*, metode pelaksanaan *top-down*, jenis galian tanah, sifat-sifat teknis alat, jenis alat berat beserta fungsinya, biaya dan waktu pelaksanaan proyek.

#### **BAB III : METODOLOGI PENULISAN**

Menjelaskan tentang tata urutan dan langkah-langkah pengerjaan dalam perumusan masalah yang timbul, meliputi; pengerjaan metode *top-down*, perhitungan biaya dan waktu yang dikeluarkan, dan pembahasan yang didapatkan.

**BAB IV****: ANALISIS DATA**

Menguraikan tentang pembahasan seperti; metode pelaksanaan *top-down*, analisis struktur yang dipakai, analisis biaya dan waktu yang dikeluarkan untuk pelaksanaan metode *top-down*.

**BAB V****: KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dan saran yang diperoleh dari analisis data yang dilakukan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Metode Konstruksi**

Metode konstruksi merupakan proses yang digunakan untuk membuat pelaksanaan proyek menjadi lebih tepat waktu, hemat biaya, dan terarah. Metode konstruksi yang digunakan pada setiap proyek bisa berbeda karena ditentukan oleh keadaan sekitar proyek yang berkaitan, misalnya luas ruang bebas, akses menuju lokasi, dan lingkungan sekitar proyek.

Saat ini metode konstruksi bangunan telah mengalami kemajuan dalam hal penggunaan alat, bahan dan metode kerjanya. Metode kerja pembangunan yang umum diketahui adalah pembangunan dengan metode konvensional atau disebut juga dengan metode *bottom-up*. Namun seiring berkembangnya teknologi, untuk mengatasi permasalahan yang dapat timbul pada lingkungan sekitar proses pembangunan, maka diciptakan metode konstruksi *top-down*.

##### **2.1.1. Metode Pelaksanaan Konstruksi Sistem Bottom-Up**

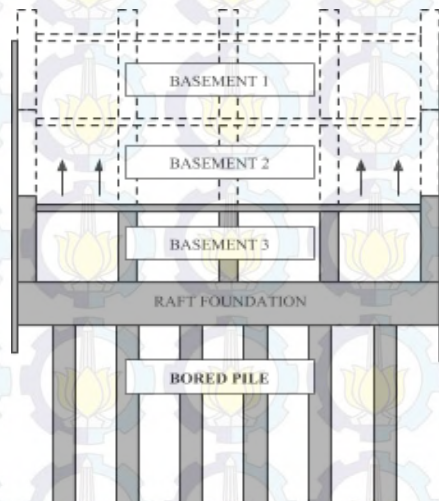
Pada sistem ini, struktur basement dilakukan setelah seluruh pekerjaan galian telah mencapai galian elevasi rencana (sistem konvensional). Pelat basement paling bawah dicor terlebih dahulu sehingga menjadi *raft foundation* dengan menggunakan metode papan catur, kemudian basement diselesaikan dari bawah ke atas dengan menggunakan *scaffolding*. Kolom, balok dan slab dicor ditempat (*cast in place*). Pada sistem ini galian tanah dapat berupa *open cut* dan struktur dinding penahan tanahnya bisa sementara maupun permanen dengan kekuatan *ground anchor* (Kajewski, S, 1994)

Secara keseluruhan kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada pelaksanaan konstruksi basement dengan metode *bottom-up* adalah sebagai berikut :



1. Mobilitas peralatan
2. Pelaksanaan pondasi tiang
3. Pelaksanaan dinding penahan tanah
4. Penggalian dan pembuangan tanah
5. *Dewatering*
6. Poer pondasi
7. *Waterproofing*
8. *Tie beam* dan *raft foundation*
9. Dinding *basement* dan struktur bertahap keatas
10. Lantai *basement* bertahap keatas

Secara umum, kegiatan-kegiatan pekerjaan diatas adalah pekerjaan utama yang hampir dapat ditemukan dalam setiap pelaksanaan pekerjaan *basement* dengan metode *bottom-up*. Gambar 2.1 merupakan gambar pelaksanaan berdasarkan urutan pekerjaan yang dimulai dari lantai dasar *basement*.



Gambar 2.1 Pelaksanaan *Basement* dengan Metode *Bottom-Up*  
(Sumber: Brahmantyo, 2012)

Kemungkinan lain dapat saja terjadi, tetapi pada umumnya tata cara pelaksanaan metode *basement bottom-up* akan mengikuti pola demikian. Beberapa hal yang merupakan ciri-ciri pelaksanaan *basement* dengan metode *bottom-up* adalah (Asiyanto, 2008) :

1. Metode *bottom-up* tidak memerlukan tata cara manajemen proyek secara khusus, karena sudah menjadi hal yang sering dilaksanakan.
2. Diperlukan pengendalian muka air tanah sekeliling secara intensif.
3. Dinding penahan tanah bisa permanen atau sementara, tetapi untuk pelaksanaannya tidak dapat dilakukan bersamaan dengan pekerjaan lain, karena dinding penahan tanah adalah awal dari pekerjaan *basement* yang dapat dilakukan sebelum pekerjaan lainnya dimulai kecuali tiang pondasi.
4. Setiap tindakan untuk mempersingkat waktu pelaksanaan, menyebabkan penambahan tenaga kerja maupun peralatan.
5. Semakin banyak jumlah lantai *basement* maka metode pelaksanaan ini akan semakin sulit.
6. Diperlukan luas lahan yang cukup untuk membuat *ramp* sebagai jalur transportasi alat berat.
7. Kemungkinan melakukan kombinasi pekerjaan secara bersamaan sangat kecil karena metode konstruksi *bottom-up* memiliki urutan pelaksanaan yang bertahap.

#### **2.1.2. Metode Pelaksanaan Konstruksi Sistem *Top-Down***

Pada metode konstruksi *top-down*, struktur *basement* dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan galian *basement*, urutan pekerjaan balok dan pelat lantainya dimulai dari atas ke bawah, dan selama proses pengerjaannya, struktur pelat dan balok tersebut didukung



oleh tiang baja yang disebut *king post* (yang dipasang bersamaan dengan *bored pile*). Sedangkan dinding *basement* dicor lebih dulu dengan sistem *diaphragm wall* atau *secant pile* (Asiyanto, 2008; Howe, J, 1993).

Berikut ini tahapan dalam pelaksanaan metode konstruksi *top-down* :

1. Penggalian dan pengecoran dinding penahan tanah.
2. Pengecoran *bored pile* dan pemasangan *king post*.
3. Lantai *basement* satu, dicor di atas tanah dengan lantai kerja.
4. Galian *basement* satu, dilaksanakan setelah lantai *basement* satu cukup kekuatannya menggunakan *excavator* kecil. Disediakan lubang lantai dan *ramp* sementara untuk pembuangan tanah galian.
5. Lantai *basement* dua, dicor di atas tanah dengan lantai kerja
6. Galian *basement* dua, dilaksanakan seperti galian *basement* satu, dan seterusnya untuk lantai *basement* selanjutnya.
7. Pengecoran *raft foundation*.
8. *King post* dicor, sebagai kolom struktur.
9. Bila memungkinkan, dapat dilakukan pekerjaan struktur atas bersamaan dengan pekerjaan galian *basement* (sistem *up & down*).

Biasanya untuk penggalian *basement* digunakan alat khusus, seperti *excavator* ukuran kecil. Bila jumlah lantai *basement* banyak, misal tiga lantai maka untuk kelancaran pekerjaan, galian dilakukan langsung untuk dua lantai sekaligus, sehingga *space* cukup tinggi untuk kebebasan proses penggalian.

Bila struktur *basement* telah selesai, maka tiang *king post* dicor beton dan bila diperlukan dapat ditambah

penulangannya. Lubang-lubang lantai *basement* yang diperlukan untuk pengangkutan tanah galian, ditutup kembali. Pengecoran struktur atas, dilakukan seperti biasa, yaitu dari bawah ke atas (lantai satu, lantai dua, dan seterusnya). Untuk gambar struktur *basement top-down* yang telah selesai dapat dilihat pada Gambar 2.2.

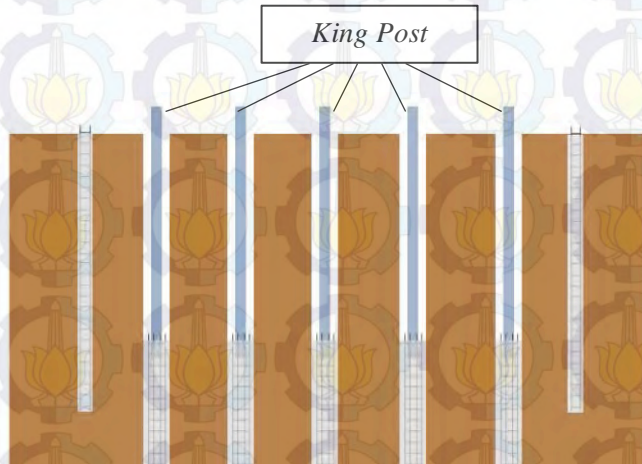
Untuk lantai yang dilalui agar *space* galian cukup longgar, maka lantai yang bersangkutan dicor dengan sistem *scaffolding* biasa (seperti sistem *bottom-up*).



Gambar 2.2 Struktur *Basement Top-Down*  
(Sumber: Brahmantyo, 2012)

*King post* merupakan bagian dari tiang pondasi pada posisi segaris dengan kolom *basement*. *King post* berfungsi untuk memegang pelat lantai dan menyalurkan beban yang bekerja pada pelat lantai *basement* ke tiang pondasi di tempat *king post* tertanam sebagai kolom

sementara yang pada bagian mencuat dari lantai dasar bisa diteruskan menjadi kolom permanen sehingga memungkinkan dilaksanakan serentak ke arah atas dan bawah (*top and down*). Ilustrasi pemasangan *king post* dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pemasangan *Bored Pile* dan *King Post*  
(Sumber: Byrne, 2013)

Detail *king post* dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Lantai pertama dan sebagai kolom dicor, dengan memasang *starter bar* untuk kolom.
2. Lantai berikutnya juga dicor dengan cara yang sama. Kemudian *starter bar* kolom bawah dan atasnya disambung. Kemudian kolom yang bersangkutan dicor.

## 2.2. Kelebihan dan Kekurangan Metode Pelaksanaan Konstruksi Sistem *Bottom-Up* dan Sistem *Top-Down*

Setiap metode konstruksi yang ada memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Hal ini sangat berpengaruh dalam pertimbangan memilih metode



pelaksanaan terhadap situasi proyek yang ada (Asiyanto, 2008).

### **2.2.1. Metode Konstruksi *Bottom-Up***

Kelebihan metode konstruksi *bottom-up* ini diantaranya adalah :

- a. Biaya peralatan lebih murah
- b. Sumber daya manusia yang terlatih sudah banyak memadai.
- c. Peralatan yang digunakan adalah peralatan yang umum digunakan misalnya : *backhoe*, *shovel loader*, dan lainnya, tidak diperlukan peralatan yang khusus.
- d. Tidak memerlukan teknologi yang tinggi.
- e. Teknik pengendalian pelaksanaan konstruksi sudah dikuasai karena sudah banyak proyek bangunan *basement* yang sudah dikerjakan sehingga pengalaman dan contoh cukup mendukung (*project documentation*).

Sedangkan kekurangan metode *bottom-up* ini diantaranya sebagai berikut :

- a. *Ramp* yang dibuat membutuhkan lahan yang luas.
- b. Pelaksanaan *dewatering* perlu lebih intensif.
- c. Penggunaan konstruksi sementara sangat banyak.
- d. Hampir dapat dipastikan diperlukan *ground anchor*.
- e. *Waste material* tiang pancang pada saat penggalian.

### **2.2.2. Metode Konstruksi *Top-Down***

Kelebihan metode konstruksi *top-down* ini diantaranya sebagai berikut :

- a. Jadwal pelaksanaan dapat dipercepat karena memungkinkan pekerjaan simultan.
- b. Area lahan proyek lebih luas.
- c. Resiko teknis lebih kecil.

Sedangkan untuk kekurangan dari metode *top-down* ini adalah sebagai berikut :

- a. Diperlukan peralatan berat yang khusus.
- b. Diperlukan ketelitian lebih.
- c. Sumber manusia yang terlatih terbatas.
- d. Diperlukan pengetahuan spesifik untuk mengendalikan proyek.

### **2.3. Alat Berat**

Dengan perkembangan zaman, telah dibuat alat-alat berat yang dapat membantu dalam pelaksanaan konstruksi, sehingga dapat tercapai hasil yang lebih sempurna dengan waktu penyelesaian yang relatif lebih singkat. Penggunaan alat berat ini tidak akan tercapai tujuannya, jika tidak mempergunakan fungsi dari alat tersebut sesuai dengan kegunaannya. Untuk mempergunakan alat tersebut sesuai dengan fungsinya, maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain sebagai berikut (Rostiyanti, S.F, 2008) :

1. Jenis alat yang dipergunakan ditentukan berdasarkan pekerjaan yang akan dilaksanakan.
2. Jumlah/banyak alat yang diperlukan ditentukan berdasarkan *volume* pekerjaan dan waktu penyelesaiannya (berapa lama waktu pekerjaan diselesaikan).
3. Menyediakan alat-alat berat dengan merk sejenis (hasil produksi yang sejenis), untuk mempermudah penyediaan perlengkapan (*spare part*) dan tenaga ahli untuk memperbaiki bila terjadi kerusakan pada alat tersebut.
4. Tujuan dari penggunaan alat berat yaitu mempercepat penyelesaian pekerjaan dan mendapatkan mutu kerja yang lebih sempurna. Untuk mempercepat penyelesaian pekerjaan,

maka kita perlu mengetahui beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Alat apa yang lebih tepat digunakan untuk suatu pekerjaan.
- 2) Kapasitas dari alat tersebut.
- 3) Kondisi alat berat tersebut, jika kurang sempurna/lengkap komposisinya tentu tidak akan menghasilkan seperti yang diharapkan.

### 2.3.1. Backhoe/Excavator

Backhoe/excavator adalah suatu alat dengan perlengkapan untuk pekerjaan menggali, membuat parit, mengangkat material. *Body*-nya dapat berputar 360°.

Bagian-bagian utama dari excavator antara lain :

1. Upper Structure, bagian atas unit yang bisa berputar.
2. Lower Structure, bagian bawah unit untuk berjalan.



Gambar 2.4 Excavator

### 2.3.2. Dump Truck

*Dump truck* adalah alat yang dapat memindahkan material pada jarak menengah sampai jarak jauh (500-



up). *Dump truck* dibagi menjadi dua golongan menurut muatannya :

1. *On High Way Dump Truck*, muatan  $< 20 \text{ m}^3$  (*dump truck kecil*).
2. *Off High Way Dump Truck*, muatan  $> 20 \text{ m}^3$  (*dump truck besar*).

Umumnya dikenal tiga macam *dump truck* :

1. *Side Dump Truck* (Penumpahan ke samping)
2. *Rear Dump Truck* (Penumpahan ke belakang)
3. *Rear and Side Dump Truck* (Penumpahan ke belakang dan ke samping)

Kapasitas yang dipilih harus berimbang dengan alat pemuatnya. Jika tidak berimbang akan terjadi antrean atau menunggu terlalu lama, atau sebaliknya alat pemuat yang menunggu. Perbandingan *truck* dan alat pemuat = 4 - 5 : 1 (Kapasitas 4 sampai 5 kali bucket alat pemuat).



Gambar 2.5 *Dump Truck*

## 2.4. Metode Penggalian Tanah

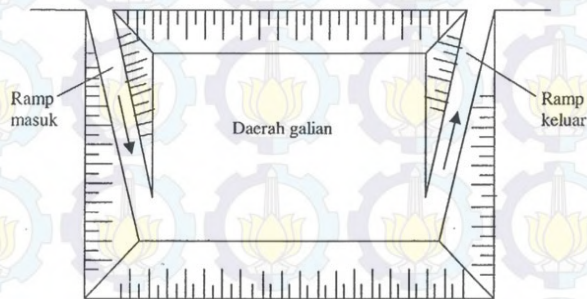
Pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan basement pada saat penggalian tanah sebuah proyek konstruksi sangat dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain (Asiyanto, 2006) :



- a. Luas lahan.
- b. Kedalaman galian.
- c. Jenis dan struktur tanah.

Secara garis besar metode penggalian tanah dibagi menjadi 2, yaitu :

1. Galian terbuka tanpa penahan (open excavator)  
 Pada metode ini tanah langsung digali tanpa adanya perkuatan, sehingga diperlukan luasan yang besar serta diperlukan adanya slope/kemiringan yang sangat dipengaruhi oleh stabilitas struktur tanah. Untuk melindungi slope/lereng galian tanah dari kelongsoran pada saat terjadi hujan biasanya digunakan *shot crete* (cairan beton yang disemprotkan) atau ditutup dengan bahan plastik/terpal.



Gambar 2.6 Galian Terbuka

2. Galian dengan penahan  
 Untuk galian dengan kedalaman yang besar dan struktur tanah yang kurang stabil maka prosesnya pekerjaan galian harus diperkuat pada bagian dinding. Pada metode ini struktur penahan dinding biasanya dibuat terlebih dahulu baru

dilakukan penggalian tanah. Metode ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

a. *Free Cantilever*

Pada jenis ini struktur penahan ditancapkan secara bebas tanpa diberi penyongkong dan berfungsi sebagai *cantilever* penuh. Untuk galian yang cukup dalam dan tanah yang tidak stabil struktur penahan akan menjadi sangat mahal karena dimensi yang diperlukan akan menjadi besar. Sehingga metode ini dirasa kurang efektif dan efisien diterapkan dilapangan.

b. Dengan Penyokong

Metode ini merupakan alternatif metode *free cantilever* untuk struktur tanah yang kurang stabil dengan menambahkan kekuatan pada struktur penahan. Berdasarkan letak perkuatannya metode ini dibagi menjadi :

- Penyokong di dalam area galian
- Penyokong di luar area galian

Pada pelaksanaan di lapangan dikenal istilah *concrete diaphragm wall* yaitu sebuah dinding beton yang proses pembuatannya dilakukan di dalam tanah. Sistem ini memiliki 3 fungsi sekaligus, yaitu :

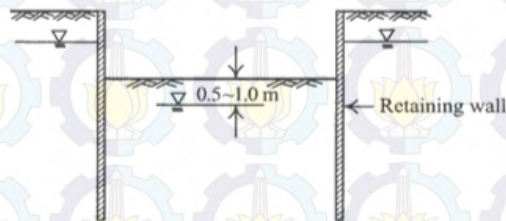
- sebagai dinding penahan tanah galian basement
- sebagai *cut off dewatering*
- sebagai dinding penahan basement permanen

Sehingga dengan 3 fungsi sekaligus dalam satu kali pelaksanaan dirasa metode ini akan menjadi efektif dari segi waktu dan biaya.

## 2.5. *Dewatering*

*Dewatering* atau pekerjaan pengeringan bertujuan untuk mengendalikan air (air tanah/permukaan) agar tidak mengganggu/ menghambat proses pelaksanaan suatu pekerjaan konstruksi, terutama untuk pelaksanaan bagian struktur yang berada di bawah tanah. Apabila kondisi air tanah tidak diperhitungkan atau tidak diketahui dapat menyebabkan atau mengubah proses pelaksanaan dan bahkan dapat mengubah desain struktur, pada akhirnya dapat mempengaruhi biaya dan waktu penyelesaian proyek, dijelaskan sebagai berikut (*Dewatering of Excavations*) :

1. Menjaga agar bagian dasar galian tetap kering: dengan kecepatan aliran yang lebih tinggi dari air tanah, tanah mungkin akan mengalir ke zona penggalian, yang akan menyebabkan ketidaknyamanan untuk konstruksi. Untuk menjaga agar bagian bawah galian tetap kering, air muka tanah lebih rendah antara 0,5-1 m di bawah permukaan galian.



Gambar 2.7 Menurunkan Air Tanah Di Bawah Dasar Galian

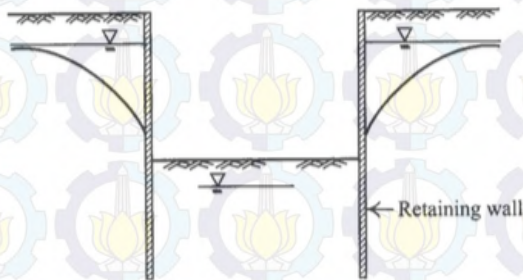
(Sumber: Narotama, 2010)

2. Untuk mencegah kebocoran air tanah atau tanah : untuk menggali di tanah berpasir atau kerikil dengan tingkat air tanah yang tinggi, baik



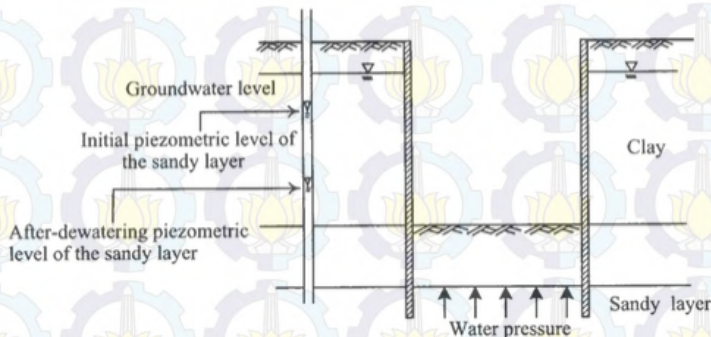
menggunakan *soldier pile* atau *sheetpile* yang tidak kedap air, atau *diaphragm wall* atau *bored pile* dengan sendi yang mungkin beresiko dengan kemungkinan kebocoran air tanah ke zona penggalian melalui *retaining wall*. Kebocoran air tanah atau tanah dapat menyebabkan bencana dan kelongsoran dan kegagalan penggalian terburuk ketika kebocoran cukup besar untuk memperbesar lubang pada *retaining wall*.

3. Untuk menghindari *sand boiling*: untuk menjaga dasar tanah penggalian tetap kering saat penggalian pada tanah berpasir atau kerikil, membutuhkan penurunan tingkat tanah dalam zona penggalian 0,5 - 1 m setidaknya di bawah dasar penggalian, perbedaan antara tingkat air tanah dalam dan di luar zona penggalian tumbuh lebih besar, ketika gradien hidrolik di bagian bawah penggalian lebih besar atau sama dengan gradien hidrolik kritis tanah, *sand boiling* akan terjadi.



Gambar 2.8 Menurunkan Level Air Tanah di Luar Zona Penggalian untuk Menghindari *Sand Boiling*  
(Sumber: Narotama, 2010)

4. Untuk mencegah kegagalan *upheaval* : terdapat lapisan permeabel (seperti pasir atau kerikil) yang mendasari lapisan tanah lempung. Tekanan air dari lapisan permeabel akan menghasilkan gaya ke atas melawan lapisan tanah lempung. Saat tekanan air yang bekerja pada bagian bawah lapisan tanah lempung lebih besar dari total berat dari lapisan tanah lempung, kegagalan *upheaval* akan terjadi. Salah satu metode untuk mencegah terjadinya kegagalan *upheaval* adalah menurunkan tekanan *piezometric* dari lapisan permeabel dengan memompa.



Gambar 2.9 Menurunkan Level *Piezometric* pada Tanah Berpasir untuk Menghindari Kegagalan *Upheaval*  
(Sumber: Narotama, 2010)

5. Untuk menjaga *basement* dari bajir : dengan terselesainya penggalian, maka mulai untuk pembangunan *basement*. Pada tanah berpasir, dengan berat struktur yang ringan selama tahap konstruksi *basement*, fenomena banjir pada *basement* mungkin terjadi jika berat struktur lebih

kecil dari tekanan air yang bekerja pada pondasi dasar.

Metode *dewatering* yang dipilih tergantung beberapa faktor, antara lain (Asiyanto, 2006) :

1. Debit rembesan (berkaitan dengan hidrologi air tanah)
2. Jenis tanah
3. Kondisi lingkungan sekitar
4. Ukuran serta kedalaman galian yang akan dilakukan
5. Jarak galian dengan bangunan sekitarnya
6. Metode galian dan struktur dinding penahan tanah
7. Desain dan fungsi bangunan

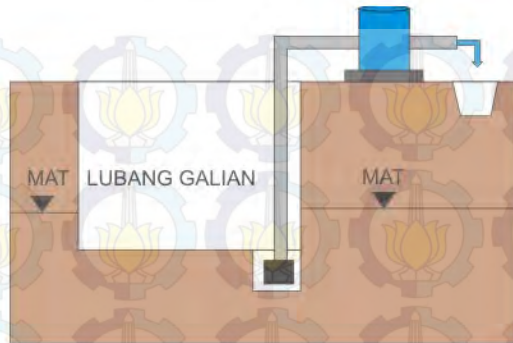
Secara garis besar terdapat 4 metode *dewatering*, yaitu :

1. *Open Pumping*

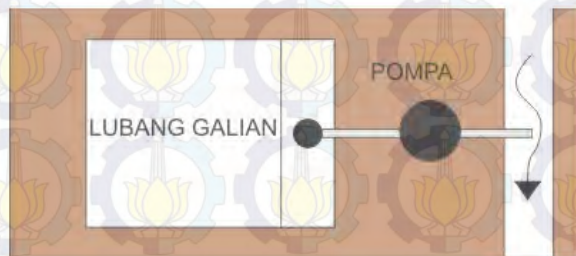
Pada metode ini air tanah dibiarkan mengalir ke dalam lubang galian, kemudian dipompa keluar melalui sumur/selokan penampung di dasar galian.

Metode ini dipilih apabila :

- a. Karakteristik tanah merupakan tanah padat, bergadasi baik dan berkoheisi.
- b. Jumlah air yang akan dipompa memiliki debit yang tidak tinggi.
- c. Dapat dibuat sumur/selokan penampung, untuk mengalirkan air hasil pompa.
- d. Galian tidak dalam.



Gambar 2.10 Potongan Metode *Open Pumping*  
(Sumber: Sunaryanto, 2012)



Gambar 2.11 Tampak Atas Metode *Open Pumping*  
(Sumber: Sunaryanto, 2012)

## 2. *Predrinage*

Pada metode ini muka air tanah diturunkan terlebih dahulu sebelum proses penggalian tanah dimulai, dengan menggunakan *wells*, *wellpoint*.

Metode ini dipilih apabila :

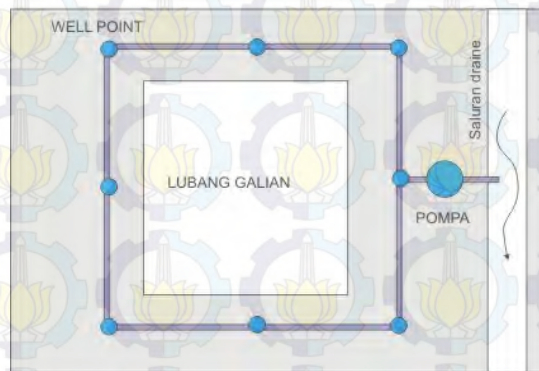
- Karakteristik tanah merupakan tanah lepas, berbutir seragam, cadas lunak dengan banyak celah.
- Jumlah air yang akan dipompa memiliki debit yang cukup besar.



- c. Slope tanah sensitif terhadap erosi atau mudah terjadi sliding.
- d. Penurunan muka air tanah tidak mengganggu/merugikan bangunan di sekitarnya.
- e. Tersedia saluran pembuangan air *dewatering*.



Gambar 2.12 Potongan Metode *Dewatering Predrainage*  
(Sumber: Sunaryanto, 2012)



Gambar 2.13 Tampak Atas Metode *Dewatering Predrainage*  
(Sumber: Sunaryanto, 2012)

Prinsip metode *predrainage* adalah muka air tanah di daerah galian diturunkan sampai bawah elevasi rencana dasar galian, dengan menggunakan *wellpoint system* atau *deep well*, sebelum pekerjaan galian dimulai. Dengan demikian selama proses penggalian tidak akan terganggu oleh air tanah.

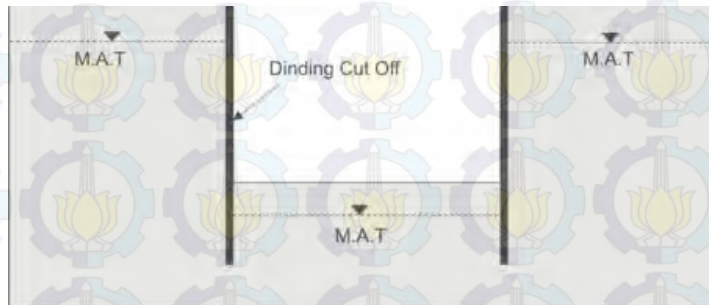
Pada pemilihan sistem *predrainage* ini harus diperhatikan benar ketersediaan saluran drainase yang dapat menampung debit air yang harus dibuang per menitnya. Bila tidak tersedia saluran drainase yang cukup, akan timbul masalah baru, dalam rangka proses pengeringan (*dewatering*) dengan sistem *predrainage*. Untuk mengatasi hal tersebut, biasanya air buangan dimasukkan kembali ke dalam tanah dengan membuat sumur-sumur resapan.

### 3. *Cut Off*

Pada metode ini aliran tanah dipotong dengan menggunakan suatu struktur, sehingga garis MAT terpotong pada area galian. Struktur pemotong aliran air tanah diantaranya berupa :

- a. *Steel sheet pile*, berupa sheet pile profil baja yang dipancang di bagian luar area yang akan digali. *Steel sheet pile* berfungsi sebagai dinding penahan tanah sementara selama pelaksanaan pekerjaan basement.
- b. *Concrete diaphragm wall*, berupa struktur beton yang proses pembuatannya/ pengecorannya dilakukan di dalam tanah dengan cara digali membentuk sebuah dinding. Struktur ini bersifat permanen dan dapat berfungsi sebagai dinding penahan tanah.

- c. *Secant pile*, berupa tiang beton yang saling berpotongan sehingga membentuk satu dinding yang rapat. Terdapat dua jenis tiang yaitu tiang beton bertulang dan tiang dari semen *bentonite*.



Gambar 2.14 Potongan Metode *Cut Off*  
(Sumber: Sunaryanto, 2012)



Gambar 2.15 Tampak Atas Metode *Cut Off*  
(Sumber: Sunaryanto, 2012)

Metode ini dipilih apabila :

- a. Karakteristik tanah merupakan tanah lepas, berbutir, seragam, cadas lunak dengan banyak celah.



- b. Jumlah air yang akan dipompa memiliki debit yang cukup besar.
- c. *Slope* tanah sensitif terhadap erosi atau mudah terjadi sliding.
- d. Dinding *cut off* diperlukan juga untuk struktur penahan tanah.
- e. Gedung disebelah yang ada, sensitif terhadap penurunan muka air tanah.
- f. Tidak tersedia saluran pembuangan air *dewatering*.
- g. Diperlukan untuk menunjang metode *top-down* pada pekerjaan basement.

Prinsip metode *dewatering cut off* ini adalah memotong aliran dengan suatu dinding pembatas, sehingga daerah yang dikehendaki dapat terbatas dari air tanah. Ditinjau dari pergerakan air tanah, metode *dewatering cut off* ini paling baik, karena tidak terjadi aliran air tanah, dan tidak terjadi penurunan muka air tanah disekeliling luar daerah galian.

## 2.6. Waktu Siklus (Cycle Time)

Waktu siklus/*cycle time* (CT) adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat atau kegiatan untuk menjalani satu siklus pekerjaan, dalam hal ini menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan, dan kembali ke kondisi awal. Waktu siklus memiliki beberapa unsur, diantaranya (Rosiyanti, S. F, 2002):

1. Waktu Muat/*Loading Time* (LT)
2. Waktu Angkut/*Hauling Time* (HT)
3. Waktu Kembali/*Return Time* (RT)
4. Waktu Pembongkaran/*Dumping Time* (DT)
5. Waktu Tunggu/*Spotting Time* (ST)

Sehingga dari kelima variabel diatas waktu siklus/*cycle time* dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$CT = LT + HT + DT + RT + ST$$

Waktu siklus/*cycle time* dapat pula ditentukan dengan :

$$Cycle Time = Fixed Time + Variable Time$$

Dimana:

**Fixed Time** merupakan waktu untuk pemuatan, pembuangan, parkir dan lain-lain yang sudah tertentu, atau dengan kata lain *fixed time* adalah waktu yang tidak terpengaruh oleh jauh dekatnya jarak angkut.

**Variable Time** merupakan waktu yang diperlukan oleh alat untuk pengangkutan material ke lokasi dan berjalan kembali dalam keadaan awal.

Secara umum perumusan *variable time* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Variable Time = \frac{Jarak Buang}{Kecepatan_1} + \frac{Jarak Kembali}{Kecepatan_2}$$

## 2.7. Produktivitas Alat

Produktivitas alat sangat dipengaruhi oleh kapasitas material yang akan dikerjakan dan waktu siklus alat yang dipakai. Sehingga rumus dasar produktivitas alat adalah :

$$Produktivitas = \frac{Kapasitas}{CT}$$

Pada umumnya waktu siklus alat ditetapkan dalam menit, sedangkan produktivitas alat dihitung dalam produksi/jam (Rosiyanti, S. F, 2002). Jika faktor efisiensi dimasukkan maka rumus diatas menjadi :

Produktivitas =

$$Kapasitas \times \frac{60}{CT} \times efisiensi$$

dimana : Produktivitas dalam (m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ton)/jam

Kapasitas dalam m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ton

Waktu siklus (CT) dalam menit

## 2.8. Efisiensi Alat

Efisiensi adalah faktor yang mempengaruhi produktivitas alat. Efektivitas alat pada saat melakukan pekerjaan tergantung dari beberapa faktor, antara lain :

1. Kemampuan operator pemakai alat,
2. Kondisi pekerjaan dan volume pekerjaan,
3. Perencanaan dan pengaturan letak alat,
4. Pemilihan dan pemeliharaan alat,
5. Metode pelaksanaan pekerjaan.

Berikut ini tabel mengenai angka koefisien untuk faktor efisiensi :

Tabel 2.1 Faktor Efisiensi Waktu

Kondisi Kerja	Efisiensi
Menyenangkan	0,9
Normal	0,83
Buruk/Jelek	0,75

Sumber : *Training Center Dept. PT. United Tractors.*  
1997.

Tabel 2.2 Faktor Efisiensi Operator

Kondisi	Efisiensi
Baik	0,90 - 1
Normal	0,60 - 0,75
Jelek	0,50 - 0,60

Sumber : *Alat Bantu untuk Proyek Konstruksi, 2002.*



### 2.8.1. Excavator

Produktivitas per jam suatu excavator dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$TP = \frac{KB \times BF \times 60 \times FK}{CT} \dots\dots\dots m^3/jam$$

dimana : TP = taksiran produksi (m<sup>3</sup>/jam)

BF = faktor bucket

KB = kapasitas bucket (m<sup>3</sup>)

FK = faktor koreksi total

CT = Cycle Time (menit)

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terhadap produktivitas excavator antara lain faktor keadaan pekerjaan, faktor keadaan mesin, pengaruh dalamnya pemotong dan sudut swing. Faktor Koreksi dapat dilihat pada tabel 2.3 dan 2.4 berikut.

Tabel 2.3 Waktu Siklus *Backhoe* Beroda *Crawler* (menit)

Jenis Materi	Ukuran Alat		
	< 0,76 m <sup>3</sup>	0,94-1,72 m <sup>3</sup>	> 1,72 m <sup>3</sup>
Kerikil, pasir, tanah organik	0,24	0,30	0,40
Tanah, lempung lunak	0,30	0,375	0,50
Batuan, lempung keras	0,375	0,462	0,60

Sumber : Alat Bantu untuk Proyek Konstruksi. 2002

Tabel 2.4 Faktor Koreksi *Bucket* untuk Alat Gali

Material	BF (%)
Tanah dan tanah organik	80 - 100
Pasir dan Kerikil	90 - 100
Lempung keras	65 - 95
Lempung basah	50 - 90
Batuan dengan peledak buruk	40 - 70
Batuan dengan peledak baik	70 - 90

Sumber : Alat Bantu untuk Proyek Konstruksi. 2002

### 2.8.2. Dump Truck

Produktivitas per jam suatu dump truck dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas} = q \times \frac{60}{CT} \times E$$

dimana : q = kapasitas angkut bucket truck  
 E = efisiensi waktu kerja (waktu kerja efektif/60)

CT = *loading time truck* + waktu angkut +  
 waktu kembali + waktu dumping +  
 waktu atur posisi

$$\text{Loading time truck} = \text{cycle time pemuat} \times \frac{\text{kapasitas truck}}{\text{kapasitas pemuat}}$$

### 2.8.3. Buldozer

Rumus umum yang dipakai dalam menentukan estimasi produksi menggunakan rumus berikut :

Produktivitas =

$$\frac{\text{lebar cut} \times \text{kecepatan} \times \text{efisiensi}}{10}$$

10

dimana : Produktivitas dalam ha/jam

Lebar cut dalam m

Kecepatan dalam km/jam

Faktor efisiensi yang digunakan adalah faktor efisiensi operator, faktor koreksi *blade*. Dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Faktor Koreksi *Blade*

Material	Efisiensi
Timbunan tanah lepas	1,20
Sulit dipotong dengan <i>tilt silinder</i>	0,75 - 0,80
Sulit dipotong dengan kabel kontrol	0,70
Sulit didorong	0,80
Batuan hasil ledakan	0,60 - 0,70

Sumber : Alat Bantu untuk Proyek Konstruksi. 2002

## 2.9. Perhitungan Jumlah dan Jam Kerja Alat

Dari produktivitas alat yang telah kita hitung, maka kita dapat memperkirakan jumlah dan jam kerja alat.

1. Jika mengetahui produktivitas alat maka rumus untuk menghitung jam kerja alat adalah :

$$t = \frac{V_t}{TP \times n} \text{ (jam)} \quad \dots\dots\dots (\text{Rostiyanti, S. F, 2002})$$

dimana : t = jumlah jam kerja (jam)

$V_t$  = volume pekerjaan (m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ton)

n = jumlah alat (unit)

2. Jika mengetahui produktivitas jumlah jam kerja maka rumus untuk menghitung jumlah alat yang digunakan adalah :

$$n = \frac{V_t}{TP \times t} (\text{unit}) \quad \dots\dots\dots (\text{Rostiyanti, S. F, 2002})$$

dimana : n = jumlah alat (unit)

$V_t$  = volume pekerjaan (m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ton)

t = jumlah jam kerja (jam)

3. Jika dalam kenyataan di lokasi proyek excavator sebagai penggali biasanya dikombinasikan dengan *dump truck* sebagai pemindah, maka perhitungan jumlah alat yang dipakai adalah :

$$n_d = \frac{TP_{exc}}{TP_d} (\text{unit}) \quad \dots\dots\dots (\text{Rostiyanti, S. F, 2002})$$

dimana :  $TP_{exc}$  = produktivitas excavator

$TP_d$  = produktivitas *dump truck*

## 2.10. Estimasi Biaya Proyek

Semakin jauh memasuki proses perkembangan proyek semakin jelas/terperinci estimasi. Estimasi biaya oleh owner tentunya akan lain dengan estimasi biaya oleh kontraktor.

### 2.10.1. Jenis-jenis Estimasi

Secara umum estimasi biaya dapat dibagi menjadi 4 jenis, yaitu :

- a. Estimasi Kasar untuk Pemilik

Estimasi ini dibutuhkan oleh Pemilik untuk memutuskan akan melaksanakan ide untuk membangun proyek atau tidak. Biasanya dalam hal ini dibantu dengan studi kelayakan.

- b. Estimasi Pendahulu oleh Konsultan Perencana

Estimasi ini dilakukan setelah desain selesai dibuat oleh Konsultan Perencana. Estimasi ini



lebih teliti daripada estimasi terdahulu, sebab sudah ada gambar dan RKS yang lengkap.

c. Estimasi Detail oleh Kontraktor

Estimasi ini dibuat oleh kontraktor setelah melihat desain Konsultan Perencana (bestek dan gambar bestek), dimana pembuatannya lebih terperinci dan lebih teliti karena sudah memperhitungkan segala kemungkinan (melihat lokasi, mempertimbangkan metode pelaksanaan, mempunyai stok bahan-bahan tertentu dan sebagainya).

d. Biaya sesungguhnya setelah projek selesai

Bagi pemilik sebetulnya *fixed price* yang tercantum dalam kontrak adalah yang terakhir, kecuali dalam pelaksanaan terjadi pekerjaan tambahan dan kurang (*meer & minder work*). Bagi kontraktor nilai tersebut adalah penerimaan yang *fixed*, sedangkan pengeluaran yang sesungguhnya (*real cost*) yaitu segala segala yang dikeluarkan untuk menyelesaikan projek tersebut. Biaya *real cost* tersebut hanya diketahui oleh kontraktor sendiri.

### 2.10.2. Jenis-jenis Biaya

Jenis-jenis biaya projek konstruksi dapat dibagi sebagai berikut:

1) Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya yang langsung berhubungan dengan konstruksi bangunan. Biaya-biaya yang termasuk biaya langsung antara lain:

a. Biaya Bahan/Material

Biaya yang diperlukan untuk pembelian bahan bangunan/material. Untuk menghitung biaya langsung mengenai bahan bangunan ini perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:



- Bahan sisa/ yang terbuang (*waste*).
- Harga loco atau franco.
- Cari harga terbaik yang masih memenuhi syarat bestek.
- Cari pembayaran kepada penjual (*supplier*).

b. Biaya Upah Buruh

Biaya yang digunakan untuk membayar upah para pekerja. Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk biaya upah buruh antara lain:

- Untuk menghitung upah buruh dibedakan upah harian, borongan per unit volume, atau borongan keseluruhan (borongan dol) untuk daerah-daerah tertentu.
- Faktor-faktor kemampuan dan kapasitas kerja.
- Perlu diketahui apakah buruh atau mandor dapat diperoleh dari daerah sekitar lokasi proyek, menyangkut ongkos transportasi, penginapan, gaji *extra* dan lain sebagainya.
- Undang-undang perburuhan yang berlaku perlu diperhatikan.

c. Biaya Peralatan/*Equipments*

Biaya yang digunakan untuk membeli atau menyewa peralatan-peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam biaya peralatan adalah sebagai berikut:

- Untuk peralatan yang disewa perlu diperhatikan ongkos keluar masuk garasi, ongkos buruh untuk

menjalankan alat, bahan baku dan biaya reparasi.

- Untuk alat yang disewa perlu diperhatikan bunga investasi, reparasi besar, pemeliharaan dan ongkos mobilisasi.

## 2) Biaya Tidak Langsung

Biaya yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi tetapi harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut. Adapun biaya-biaya yang termasuk biaya tidak langsung antara lain:

### a. Biaya *Overhead*

Biaya produksi selain biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung, seperti penggunaan kendaraan operasional proyek, listrik kerja, penggunaan air dan lain sebagainya.

### b. Biaya Tak Terduga/*Contingencies*

Biaya untuk kejadian-kejadian yang mungkin bisa terjadi atau mungkin tidak. Misalnya naiknya muka air tanah, banjir, longsornya tanah dan sebagainya. Pada umumnya biaya ini diperkirakan antara ½% sampai 5% dari biaya total.

### c. Keuntungan/*profit*

Hasil jerih payah dari keahlian ditambah hasil dari faktor resiko.

## 2.11 Penjadwalan

Penjadwalan dalam proyek konstruksi merupakan alat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, yang mana setiap aktivitas harus

dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya ekonomis (Irika&Lenggogeni 2013).

Dari penjadwalan kita akan mendapatkan gambaran lamanya pekerjaan yang dapat diselesaikan, serta bagian-bagian pekerjaan yang saling terkait antara satu dan lainnya. Penjadwalan dilakukan dengan menentukan urutan-urutan dimana aktifitas dimulai, ditunda, dan diselesaikan sehingga kebutuhan biaya dan pemakaian sumber daya disesuaikan menurut kebutuhan dan waktu pelaksanaannya. Ada beberapa metode yang biasa digunakan untuk merencanakan penjadwalan pada proyek konstruksi diantaranya *Bar Chart*, dan *Precende Diagram Method* (PDM).





## **BAB III**

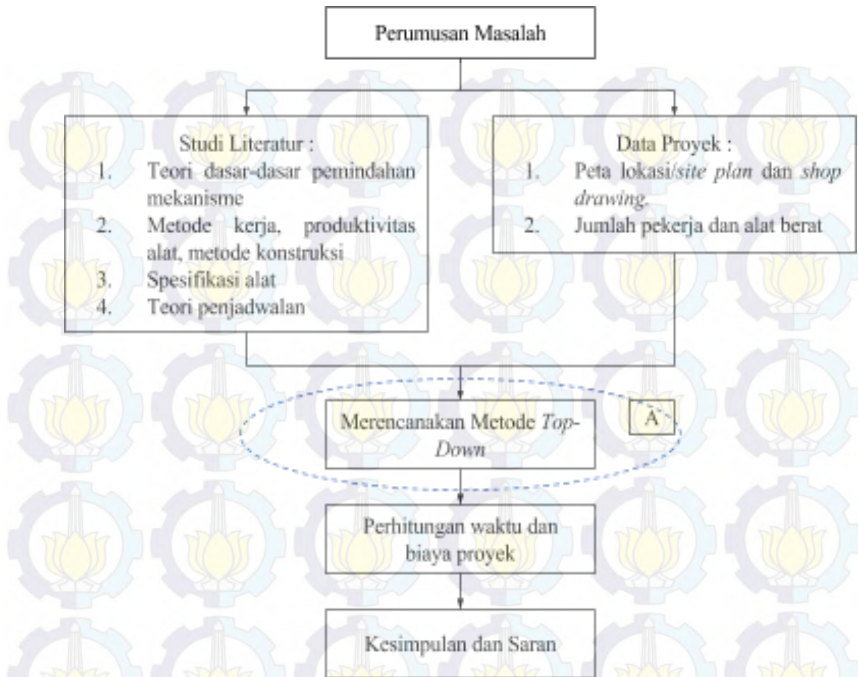
### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tahap Penelitian**

Dalam penyelesaian untuk mendapatkan metode pelaksanaan dan penjadwalan pada proyek *One East Apartment* Surabaya, terdapat beberapa tahapan-tahapan yang harus dikerjakan terlebih dahulu. Untuk lebih jelas dan rinci mengenai beberapa tahapan tersebut, maka dibuat Diagram Air (*flowchart*) Metodologi pada gambar 3.1.

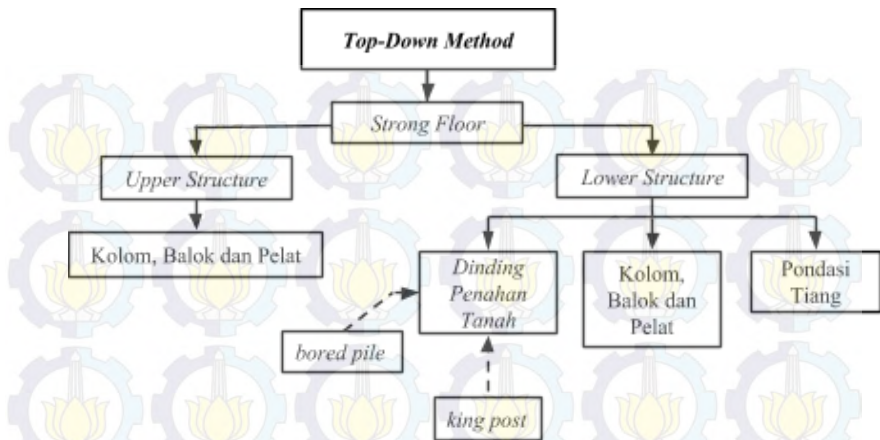
Dari *flowchart* metodologi di atas dapat diketahui beberapa tahapan tersebut adalah :

- A. Tahap Awal/Penelitian, terdiri dari :
  - 1. Perumusan Masalah
  - 2. Studi Literatur
- B. Tahap Pengumpulan Data
- C. Tahap Analisa, terdiri dari :
  - 1. Perencanaan Metode *Top-Down*, terdiri atas :
    - a) *Top Structure* : kolom, balok dan pelat
    - b) *Lower Structure* : *strong floor* dan *bored pile*
  - 2. Penjadwalan Proyek
- D. Tahap Kesimpulan dan Saran



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

Dari tahapan analisa, Merencanakan Metode *Top-Down*, didapatkan beberapa tahapan untuk pelaksanaan metode *top-down* pada proyek Apartemen *One East*.



Gambar 3.2 Diagram Alir Detail A: *Top-Down Method*

### 3.2. Alur Perencanaan Struktur Gedung

#### 3.2.1. Studi Literatur

Studi literatur yang berkaitan dengan masalah pekerjaan *basement* yang meliputi :

- a. Teori dasar-dasar pemindahan mekanis.
- b. Metode kerja, produktivitas alat, metode konstruksi.
- c. Spesifikasi alat berat.
- d. Teori penjadwalan.

#### 3.2.2. Proses Pengumpulan Data

Proses pengumpulan bahan yaitu melalui studi literatur yang diperoleh dari jurnal, tesis, buku penunjang dan internet. Sedangkan data proyek yang digunakan, antara lain :

##### 1. Data-data Primer

Adalah data-data yang dikumpulkan dari pihak proyek dengan cara wawancara dan observasi. Hal ini dilakukan untuk memperoleh data-data antara lain :

- a. Jumlah jam kerja, untuk menghitung produktivitas. Untuk membantu melakukan penjadwalan.
  - b. Besarnya cadangan waktu (*hidden safety*) untuk tiap aktifitas.
  - c. Hubungan keterkaitan antar aktifitas.
2. Data-data Sekunder
- Adalah data-data teknis spesifikasi proyek yang dikumpulkan dari pihak proyek.
- a. Peta lokasi/*site plan* dan *shop drawing* proyek. Digunakan untuk mengetahui lokasi proyek dan kondisi eksisting di sekitar proyek, serta untuk mengetahui volume pekerjaan yang akan dilakukan.
  - b. Peralatan yang bisa disewa. Digunakan untuk mengetahui alat berat apa saja yang ada dipasaran yang dapat disewakan, baik tipe maupun jumlah.
  - c. Data-data dan spesifikasi alat berat.

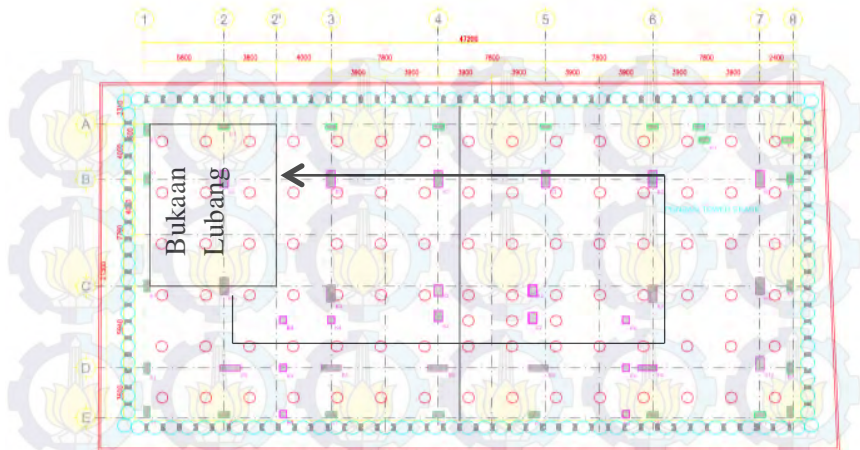
### 3.2.3. Merencanakan Metode *Top-Down*

Dalam tahap ini didapat tahapan pelaksanaan *basement* dengan metode *top-down*. Dimana pada pembangunan proyek Apartemen *One East* dilakukan dengan metode konvensional pada umumnya. Urutan pelaksanaan *top-down* untuk lokasi proyek (Howe, J, 1993; Gambin, M. & Chiffolleau, Y, 1991) :

1. Pembersihan lahan dan pembuatan pagar sementara proyek.
2. Setelah pembersihan lahan selesai, dilakukan penggalian tanah untuk konstruksi dinding penahan tanah dengan *bored pile*.



3. *Mobile crane* digunakan untuk mengangkat tulangan *bored pile*, lalu tulangan dimasukkan ke dalam lubang yang telah diberi *casing*. Kemudian tulangan dicor beton.
4. Dilanjutkan dengan pembuatan *bored pile* dan pemasangan *king post*. Pertama dilakukan pembuatan tulangan *bored pile*, untuk menghindari kesalahan urutan pengerjaan. Kemudian mempersiapkan alat berat dan *truck ready mix*. Selanjutnya proses pengeboran dapat dimulai. Setelah mendapat kedalaman yang mencukupi untuk menghindari kelongsoran tanah di dalam lubang, dilakukan pemasangan *casing*. Setelah penggalian mencapai kedalaman rencana, mata *auger* diganti dengan *cleaning bucket* untuk membuang tanah atau lumpur di dasar lubang. Selanjutnya memasukkan tulangan *bored pile* dan *king post*. Kemudian dilakukan pengecoran beton.
5. Lantai dasar dicor di atas tanah dengan lantai kerja. Untuk wilayah lubang bukaan tidak dilakukan pengecoran. Kemudian dilakukan penggalian yang dimulai dari lubang bukaan yang juga dilakukan pengerjaan untuk struktur atas secara bersamaan.  
Dalam tahap penggalian dimulai dari lokasi lubang bukaan, lubang bukaan dimaksudkan untuk menurunkan alat berat dan mengangkut tanah galian dari atas ke bawah, lalu penggalian dilakukan ke daerah sekelilingnya.



Gambar 3.3 Rute Pekerjaan Galian

### 3.3. Menghitung Produktivitas Masing-Masing Alat Berat yang Digunakan

Dalam menentukan durasi suatu pekerjaan hal-hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (output) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (input). Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat. Rumus dasar untuk mencari produktivitas alat adalah :

$$\text{produktivitas} = \text{kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{efisiensi}$$

1. *Excavator*, produktivitasnya dapat dihitung dengan rumus :

$$TP = \frac{KB \times BF \times 60 \times FK}{CT} \dots\dots m^3/\text{jam}$$

dimana : KB = kapasitas blade

BF = blade factor  
 FK = efisiensi kerja  
 CT = cycle time (menit)

2. *Dump truck*, produktivitasnya dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{produktivitas} = q \times \frac{60}{CT} \times E$$

dimana : q = kapasitas angkut bucket truck  
 E = efisiensi waktu kerja (waktu kerja efektif/60)  
 CT = cycle time

### 3. *Bulldozer*

Produktivitas dozer sangat tergantung pada ukuran *blade*, kemampuan traktor dan jarak tempuh. Perhitungan produktivitas ditentukan dari volume tanah yang dipindahkan dalam 1 siklus dan jumlah siklus dalam 1 jam pengoperasian. Perhitungan produktivitas maksimum *bulldozer* dapat menggunakan rumus berikut :

$$\text{Prod (ha/jam)} = \frac{\text{lebar cut (m)} \times \text{kecepatan (km/jam)} \times \text{efisiensi}}{10}$$

#### 3.3.1. Menghitung Waktu Siklus/Cycle Time (CT)

*Cycle Time (CT)* = loading time truck + waktu angkut + waktu kembali + waktu dumping + waktu atur posisi untuk perhitungan *loading time truck*, adalah sebagai berikut :

$$\text{loading time truck} = \text{cycle time} \times \frac{\text{kapasitas truck}}{\text{kapasitas pemuat}}$$



atau untuk perhitungan CT

*Cycle Time (CT)* = *fixed time* + *variable time*

untuk perhitungan *variable time*, adalah sebagai berikut :

$$\text{variable time} = \frac{\text{jarak buang}}{\text{kecepatan 1}} + \frac{\text{jarak kembali}}{\text{kecepatan 2}}$$

### 3.3.2. Menghitung Kebutuhan Alat Berat untuk Tiap-Tiap Jenis Pekerjaan

1. Perhitungan jumlah jam kerja alat yang dibutuhkan untuk tiap-tiap jenis pekerjaan.

$$t = \frac{V_t}{TP \times n} (\text{jam}) \dots\dots\dots (\text{Rostiyanti, 2002})$$

dimana :  $t$  = jumlah jam kerja (jam)  
 $V_t$  = volume pekerjaan (m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ton)  
 $n$  = jumlah alat (unit)  
 $TP$  = taksiran produksi per jam (m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ton/jam)

2. Perhitungan jumlah alat yang digunakan, menggunakan rumus :

$$n = \frac{V_t}{TP \times t} (\text{unit}) \dots\dots\dots (\text{Rostiyanti, 2002})$$

dimana :  $n$  = jumlah alat (unit)  
 $V_t$  = volume pekerjaan (m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ton)  
 $TP$  = taksiran produksi per jam (m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ton/jam)  
 $t$  = jumlah jam kerja (jam)

### 3.3.3. Menghitung Biaya Penggunaan Alat Berat

Perhitungan biaya selama pekerjaan dilaksanakan dihitung berdasarkan biaya sistem sewa dengan menggunakan rumus sebagai berikut :



$$\text{total biaya} = \left[ \frac{V_t}{n \times TP} \right] \times \text{biaya sewa/jam}$$

dimana :  $V_t$  = volume pekerjaan (m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, ton)

$n$  = jumlah unit

$TP$  = produktivitas alat per jam

sedangkan untuk perhitungan biaya sewa/jam :

biaya sewa/jam = biaya sewa alat/jam + biaya operator/jam + biaya bahan bakat dan pelumas/jam.

### 3.4. Penjadwalan

Penjadwalan dibuat berdasarkan data Gantt Chart yang diberikan dari proyek, untuk melakukan penjadwalan dibutuhkan juga data hubungan keterkaitan (yang didapat dari wawancara dengan pihak proyek) untuk dapat menentukan lintasan kritisnya. Penjadwalan ini menggunakan *software Microsoft Project*. Dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi proyek dan menyiapkan struktur pecahan kerja,
2. Membangun hubungan antara kegiatan, memutuskan kegiatan mana yang harus terlebih dahulu dan mana yang mengikuti yang lain,
3. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan kegiatan,
4. Menetapkan perkiraan waktu dan/atau biaya untuk tiap kegiatan,
5. Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan, atau yang disebut jalur kritis,

6. Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

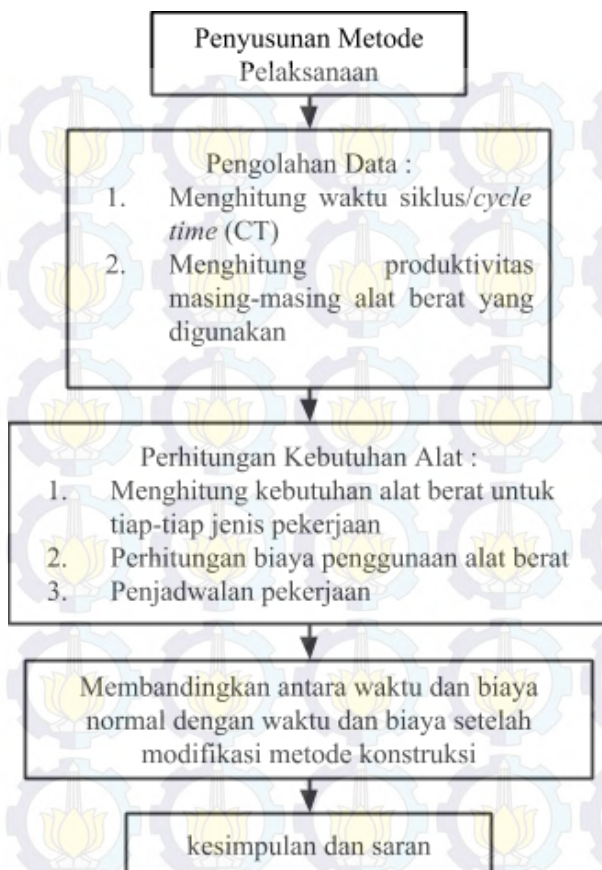
### **3.5. Perhitungan Estimasi Biaya**

Estimasi biaya adalah estimasi yang perhitungannya sesuai dengan metode penjadwalan eksisting. Adapun biaya-biaya yang akan dihitung karena mengalami perubahan jumlah akibat perubahan waktu adalah :

1. Biaya upah tenaga kerja
2. Biaya peralatan
3. Biaya overhead proyek

### **3.6. Bagan Alir Perhitungan Biaya dan Waktu**

Dari tahapan analisa, Perhitungan Waktu dan Biaya Proyek, didapatkan beberapa tahapan untuk pelaksanaan perhitungan waktu dan biaya pada proyek Apartemen *One East*. Dapat Dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram Alir untuk Perhitungan Biaya dan Waktu Proyek





## **BAB IV**

### **ANALISIS DATA**

#### **4.1 Umum**

Perkembangan zaman yang semakin modern ini semua dituntut untuk serba cepat tak terkecuali pada dunia konstruksi. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka pemilihan metode konstruksi dan penggunaan alat bantu sangat diperlukan untuk mempermudah pekerjaan konstruksi. Dalam sebuah proyek konstruksi pemilihan metode konstruksi sangat penting untuk mencapai target waktu, biaya dan mutu yang telah ditetapkan dalam pembangunan dapat tercapai. Sedangkan alat bantu yang digunakan salah satunya berupa alat berat yang berfungsi membantu memperingan pekerjaan yang tidak dapat dilakukan dengan tenaga manusia.

Banyaknya aktivitas yang terjadi dan kompleksitas dari semua aktivitas dalam sebuah proyek konstruksi membutuhkan sebuah manajemen yang bagus dalam segala bidang di lapangan. Meskipun dengan pemilihan metode konstruksi yang tepat dan alat bantu mempermudah pekerjaan, akan tetapi belum menjamin keberhasilan sebuah proyek apabila tidak diatur dengan baik. Keberhasilan sebuah proyek konstruksi salah satunya dapat dilihat dari ketepatan waktu penyelesaian proyek serta biaya yang dikeluarkan.

#### **4.2 Gambaran Umum Proyek**

Lokasi proyek *One East Apartment* terletak di Jalan Raya Kertajaya Indah no. 79, Manyar Sabrangan, Mulyorejo, Surabaya. Lokasi studi tersebut berbatasan dengan perumahan dan ruko. Sedangkan di bagian depan berbatasan langsung dengan jalan raya.

Proyek apartemen ini merupakan salah satu proyek gedung tinggi yang akan dibangun di kota

Surabaya yang terdiri dari 3 lantai basement dan 33 lantai apartemen. Elevasi pada masing-masing lantai 3 meter untuk basement, 3,5 meter untuk Apartemen.

Elevasi galian basement yang akan dilakukan mencapai 11 meter. Sistem galian tanah yang dilakukan yaitu dengan *open cut* oleh karena luasan galian basement memungkinkan untuk dilakukan sistem ini.

Pada tahap penggalian dilakukan rincian alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

Excavator	: Komatsu PC200-8, 2 unit
Dump truck	: Nissan
Bulldozer	: Komatsu D65E-12

Pada tugas akhir ini metode pelaksanaan untuk pembangunan gedung menggunakan metode *top-down*. Analisa lantai dibatasi 3 lantai basement dan 3 lantai struktur atas.

Berdasarkan data yang diperoleh di lapangan didapat durasi untuk masing-masing pekerjaan yaitu sebagai berikut :

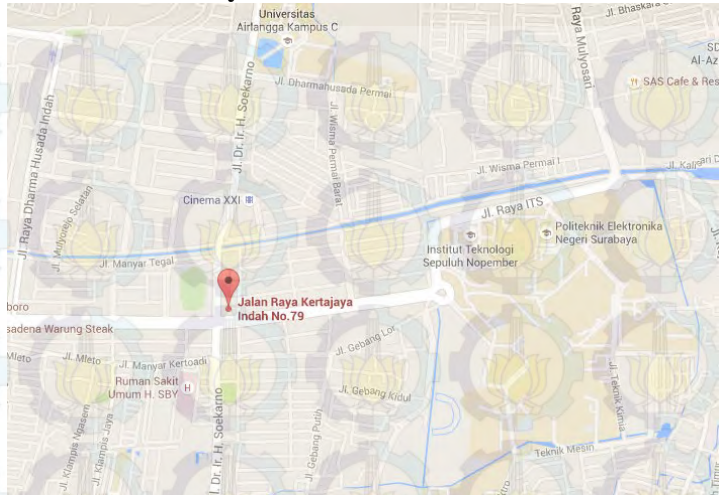
- Pembersihan Lahan : 7 hari
- Pekerjaan Galian : 2 bulan
- Pekerjaan Struktur Basemen : 5 bulan

## 4.3 Data Teknis Proyek

### 4.3.1 Data Proyek

Nama Proyek	: Apartemen One East
Lokasi	: Jalan Raya Kertajaya Indah no. 79, Manyar Sabrangan, Mulyorejo, Surabaya
Luas Lokasi	: 5.074 m <sup>2</sup>
Volume Galian Basement	: 37.798 m <sup>3</sup>

### 4.3.2 Peta Lokasi Proyek



Gambar 4.1 Peta Lokasi Proyek

### 4.3.3 Pihak-pihak yang Terlibat

Kontraktor	: PT. TATA
Konsultan	: PT. MNC Land
Pemilik Proyek	: PT. MNC Land

### 4.4 Analisis Metode Pelaksanaan Proyek

Pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan proyek Apartemen One East ini dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain :

- Ruang pergerakan untuk mobilitas alat berat
- Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek

Pada tugas akhir ini penulis mengganti metode pelaksanaan pekerjaan proyek dengan menggunakan metode *Top-Down*. Untuk pelaksanaan *top-down* untuk lokasi proyek di wilayah Surabaya sebagai berikut :

Pembersihan lahan dan pembuatan pagar sementara proyek. Persiapan alat berat untuk pekerjaan

proyek, mendatangkan alat-alat berat seperti : *bulldozer*, *excavator*, *dump truck*, dan lain sebagainya.

Sebelum dimulai dengan kegiatan penggalian tanah, pembersihan lahan proyek dilakukan seperti yang dijelaskan pada bab 2 pada metode pelaksanaan *bottom-up* dengan menggunakan bulldozer.

#### **4.4.1 Pekerjaan Dinding Penahan Tanah**

Setelah pembersihan lahan selesai, dilakukan pengeboran tanah untuk konstruksi dinding penahan tanah sedalam 45 meter, pada tugas akhir ini penulis merencanakan dinding penahan tanah menggunakan *bored pile*. Urutan pengerjaan pondasi *bored pile* adalah sebagai berikut :

2. Pekerjaan Persiapan

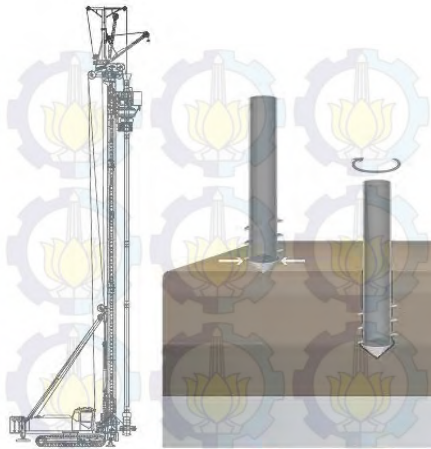
Sebelumnya perlu melakukan *marking* atau membuat *setting out* poin/titik untuk menentukan posisi *bored pile* yang akan dibor.

3. Pengeboran

Melakukan pengeboran dengan menggunakan alat *auger* sampai kedalaman 2 m. Setelah mencapai kedalaman 2 m dilakukan pemasangan *casing* untuk menghindari tanah di tepi lebang berguguran. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 4.2.

Pengeboran dilanjutkan menggunakan *bucket* sampai kedalaman rencana dan mengambil tanah hasil pengeboran. Pada saat pengeboran lubang diisi dengan larutan *bentonite*.





Gambar 4.2 Proses *Spotting* dan Pengeboran *Bored Pile*

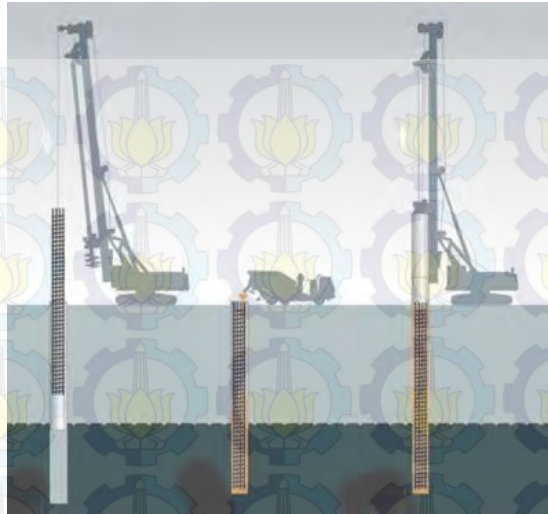
4. Pemasangan Besi Tulangan

Perakitan besi tulangan dilakukan parallel ketika pekerjaan persiapan dan pengeboran dilakukan. Tulangan yang sudah di pabrikan kemudian di turunkan ke lubang bor yang sudah selesai dibor sampai kedalam yang telah ditentukan.

5. Pengecoran sampai  $\pm 1$  m diatas *pile cut off level*

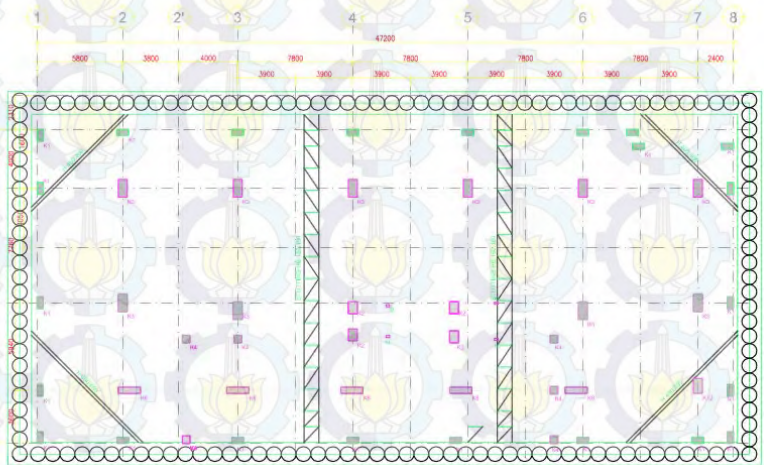
Pengecoran beton dibantu dengan pipa tremi yang ditunjukkan pada Gambar 4.3, sebelumnya pada ujung pipa tremi terdapat kantong plastik untuk membungkus pasta beton guna untuk mengecek kelancaran pipa tremi dalam pengecoran. Mutu beton yang digunakan K-300.

Selanjutnya, setelah proses pengecoran dengan beton *casing* sementara dikeluarkan dengan menggunakan alat *vibrohammer*. Proses ini dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Proses Instalasi Tulangan, Pengecoran dan Pengeluaran *Casing* pada *Bored Pile*

Pemasangan dinding penahan tanah dengan *bored pile* dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4. Denah Dinding Penahan Tanah

Setelah proses pemasangan dinding penahan tanah selesai lalu dilakukan pembuatan *capping beam* pada *bored pile* dinding penahan tanah yang berfungsi mengikat atau menghubungkan *bored pile* agar dapat menahan gaya axial dari tanah.

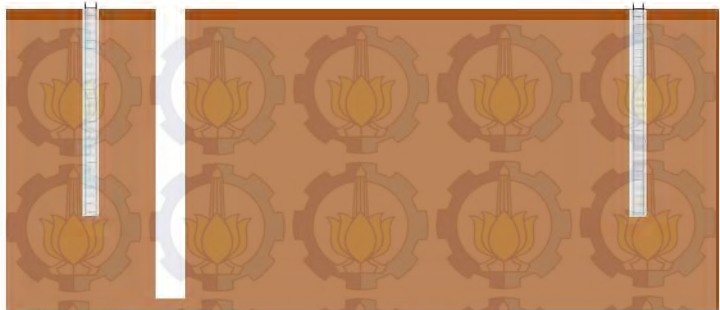
#### **4.4.2 Pekerjaan Bored Pile dan King Post**

Setelah pembuatan dinding penahan tanah dengan tiang *bored pile* selesai, dilanjutkan dengan pembuatan *bored pile* dan pemasangan *king post*. Pertama dilakukan pembuatan tulangan *bored pile* terlebih dahulu. Hal ini penting untuk menghindari kesalahan urutan pengerjaan, dimana dilakukan pengeboran terlebih dahulu tanpa persiapan tulangannya. Jika tertunda lama, tanah pada lubang bor bisa mengalami kelongsoran (bisa dikarenakan hujan atau faktor lainnya). Hal ini dapat menyebabkan pengeboran ulang.

Pemilihan tempat untuk perakitan tulangan juga cukup penting. Letaknya tidak boleh terlalu jauh dan masih bisa terjangkau oleh alat berat. Letak penulangan juga tidak boleh sampai mengganggu mobilisasi alat-alat berat.

Setelah mempersiapkan alat berat, tulangan, dan *truck ready mix*, maka proses pengeboran dapat dimulai. Setelah mencapai kedalaman yang mencukupi untuk menghindari kelongsoran tanah di dalam lubang, dilakukan pemasangan *casing*. *Casing* yang digunakan adalah pipa yang mempunyai ukuran diameter kurang lebih sama dengan diameter lubang bor. Setelah *casing* terpasang, maka pengeboran dapat dilanjutkan hingga kedalaman rencana. Pengeboran hingga kedalaman rencana dapat dilihat pada Gambar 4.5.

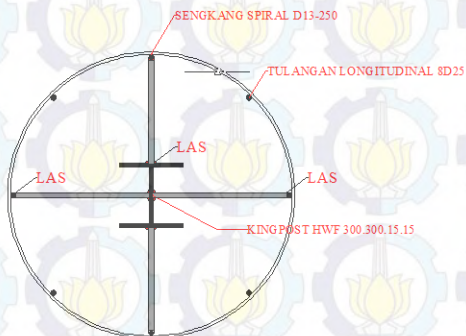
### Konstruksi *Piles* dengan Kolom Tiang



Gambar 4.5. Pengeboran *Bored Pile* hingga Kedalaman Rencana

(Sumber : Byrne, 2013)

Setelah penggalian mencapai kedalaman rencana, mata *auger* diganti dengan *cleaning bucket* untuk membuang tanah atau lumpur di dasar lubang. Selanjutnya memasukkan tulangan *bored pile* bersamaan dengan *king post*, dapat dilihat pada Gambar 4.7. Untuk memudahkan dalam pemasangan di lapangan *king post* dan tulangan *longitudinal* disatukan dengan cara dilas seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 *King Post* dengan Tulangan



### Konstruksi *Piles* dengan Kolom Tiang



Gambar 4.7. Memasukkan Tulangan *Bored Pile* dan *King Post*

(Sumber : Byrne, 2013)

Pembesian tulangan yang telah dirangkai dan dilas dengan *king post* di bengkel besi dimasukkan ke dalam lubang bor menggunakan *service crane*. Dengan dibantu *surveyor*, *king post* dicek keverticalannya ketika diangkat oleh *crane*, lalu dimasukkan ke dalam lubang bor melewati penyangga *king post* sementara. *Surveyor* harus memandu proses ini baik dari segi koordinat maupun elevasi *king post* secara simultan. Setelah *kingpost* berada ditempatnya, *king post* dilas dengan penyangga *king post* sementara dan penggantung dilepas.

Setelah proses memasukkan tulangan dan *king post* maka proses selanjutnya adalah pengecoran beton. Pengecoran dilakukan dengan menuangkan *ready mix concrete* dari *truck ready mix* kedalam corong yang diteruskan kedalam lubang melalui *tremie*. Proses pengecoran ini memerlukan *supply* beton yang bersambung. Jika sampai terjadi *setting* akibat putusnya *supply* beton maka pipa *tremienya* bisa tertanam di bawah dan tidak bisa diangkat keluar. Sedangkan jika terlalu

cepat dicabut maka tiang beton yang dibuat bisa tidak tersambung. Oleh karena itu bagian pengadaan beton harus diperhatikan. Pengecoran dilakukan sampai mencapai batas tulangan *bored pile*. Gambar pengecoran yang telah selesai dapat dilihat pada Gambar 4.8.

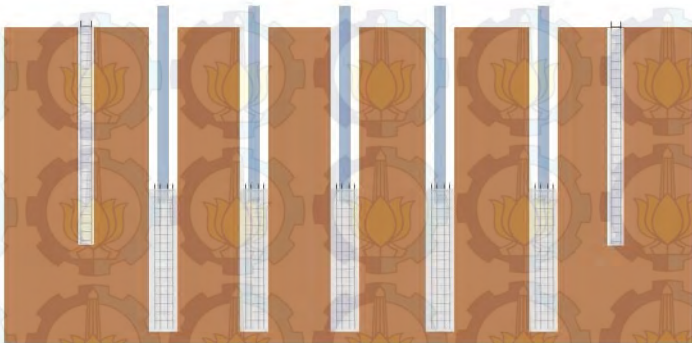
### Konstruksi *Piles* dengan Kolom Tiang



Gambar 4.8. Memasukkan Tulangan *Bored Pile* dan *King Post*  
(Sumber : Byrne, 2013)

Setelah selesai, proses tersebut diulangi hingga keseluruhan *bored pile* dan *king post* selesai. Gambar proses pembuatan *bored pile* dan *king post* yang telah selesai dapat dilihat pada Gambar 4.9.

### Konstruksi *Piles* dengan Kolom Tiang

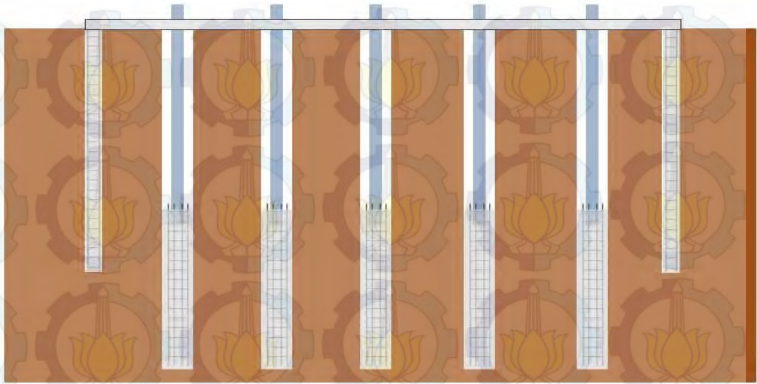


Gambar 4.9. Ilustrasi Pembuatan *Bored Pile* dan *King Post*

(Sumber : Byrne, 2013)

Setelah selesai pembuatan *bored pile* dan *king post*, lantai dasar (*strong floor*) dicor di atas tanah dengan lantai kerja, dapat dilihat pada Gambar 4.10. Tetapi, untuk wilayah bukaan tidak dilakukan pengecoran. Lubang bukaan dibuat untuk menurunkan alat berat dan mengangkut tanah galian dari bawah ke atas. Setelah pengecoran lantai dasar selesai, dilakukan penggalian yang berawal dari lokasi lubang bukaan, lalu penggalian ke daerah penggaliannya. Saat mulai untuk penggalian, dapat dilakukan juga untuk konstruksi struktur atasnya. Untuk ketebalan *strong floor* menurut literatur yang penulis baca dari ITD cem, 2014, direncanakan 1 meter.

### Konstruksi Slab Floor



Gambar 4.10. Pengecoran untuk Lantai Dasar (*Slab Floor*)  
(Sumber : Byrne, 2013)

#### 4.4.3 Perhitungan Pemancangan

Data Teknis Tiang Pancang *Bored Pile*

- Ø Tiang pancang = 1 meter
- Ø Tulangan Tiang Pancang = 32D32
- Mutu Beton Tiang Pancang = K-300

Perhitungan volume beton dan volume tulangan dengan acuan per satuan m' :

a) Volume Beton

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter pondasi} &= 1 \text{ m} \\
 \text{Volume beton per m'} &= \frac{1}{4} \times \pi d^2 \times 1 \text{ m} \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi 1^2 \times 1 \text{ m} \\
 &= 0,785 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b) Volume Tulangan

Perhitungan penulangan pondasi dihitung 1% dari luas pondasi.

$$\begin{aligned}
 \text{Luas pondasi} &= \frac{1}{4} \times \pi d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 1^2 \\
 &= 0,785 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan tulangan} &= 1\% \times \text{luas pondasi} \times \text{berat jenis tulangan} \\
 &= 1\% \times 0,785 \times 7850 \\
 &\text{kg/m}^3 \\
 &= 61,622 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Jadi kebutuhan beton dan tulangan per m' adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Beton} &= 0,785 \text{ m}^3 \\
 \text{Tulangan} &= 61,622 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

#### 1. Perhitungan Durasi Pekerjaan Pemancangan

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah titik tiang pancang} &= 232 \text{ titik} \\
 \text{Produktivitas alat 1 unit/hari} &= \pm 200 \text{ m} \\
 &= 6 - 7 \text{ titik} \\
 &\text{pancang}
 \end{aligned}$$

$$\text{Alat yang digunakan} = 1 \text{ unit}$$

Maka durasi pekerjaan pemancangan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\text{Volume}}{TP \times n} \\
 &= \frac{232}{6 \times 1} = 38,67 \approx 39 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

#### 2. Perhitungan Biaya Pekerjaan Basement

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya pemancang (tenaga kerja)/m} &= \text{Rp } 100.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya alat/m} &= \text{Rp } 185.000,00 \\
 &= 45 \text{ m} \times 185.000 \\
 &= \text{Rp } 8.325.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Mobilisasi-Demobilisasi} &= \text{Rp } 10.000.000,00
 \end{aligned}$$

Jadi total biaya pemakaian alat berat untuk pekerjaan pemancangan per titik adalah :

$$\begin{aligned}
 &= 100.000 + 8.325.000 + 10.000.000 \\
 &= \text{Rp } 18.425.000,00
 \end{aligned}$$

Perhitungan volume *King Post* :

- Kolom menggunakan profil WF 500 x 200 x 10 x 16
- Berat Profil = 179,2 kg/m (tabel profil konstruksi baja)
- Panjang *king post* direncanakan sedalam 13 m

Berat 1 *king post* :

$$= 179,2 \text{ kg/m} \times 13 = 2329,6 \text{ kg}$$

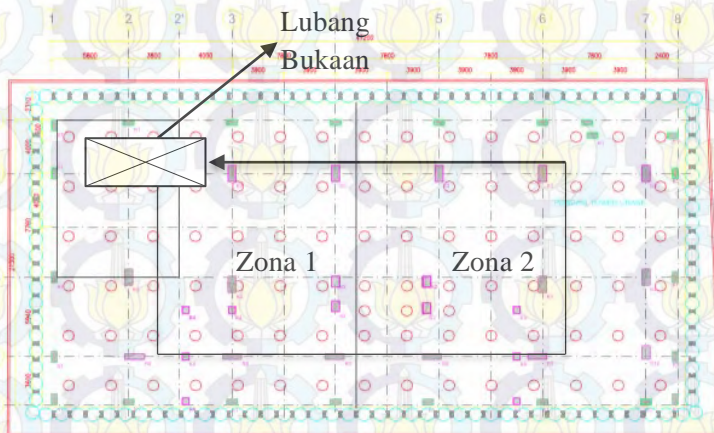
Total kebutuhan *king post* :

$$= \text{jumlah } \textit{king post} \times \text{berat 1 } \textit{king post}$$

$$= 84 \text{ titik} \times 2329,6 \text{ kg} = 195686,4 \text{ kg}$$

#### 4.4.4 Pekerjaan Pembagian Zona dan Penggalian

Dalam pelaksanaan proyek ini dilakukan pembagian zona. Terdapat 2 zona pekerjaan dikarenakan lahan galian yang cukup luas yang tidak dapat dikerjakan dalam satu hari. Pembagian zona dengan rute penggalian pada proyek dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Pembagian Zona Pekerjaan dan Rute Penggalian pada Lokasi Proyek

Urutan pekerjaan galian tanah :

1. Menentukan lokasi serta kedalaman galian yang direncanakan.
2. Melakukan penggalian tanah menggunakan *excavator* sampai galian tanah lantai yang direncanakan.
3. Pemindahan tanah hasil galian ke pembuangan dengan *dump truck*.

#### 4.4.5 Analisis Pemakaian Alat Berat Bulldozer

Agar didapatkan efisiensi dalam pemakaian alat berat maka perlu dilakukan perhitungan produktivitas kebutuhan alat.

1. Perhitungan produktivitas alat berat bulldozer, sebagai berikut :
  - a. Alat berat yang digunakan : Bulldozer D65E-12
  - b. Lebar Cut : 3,46 m
  - c. Tinggi Cut : 1,425 m
  - d. Kapasitas Bucket : 5,61 m<sup>3</sup>
  - e. Kecepatan rata-rata : 3 - 4 km/jam
  - f. Luas area pekerjaan : 5.074 m<sup>2</sup>

Alasan pemilihan alat bulldozer didasarkan pada ketersediaan alat di pasaran yang dipakai oleh pihak kontraktor.

Diasumsikan pekerjaan pembersihan lahan, bulldozer tidak melakukan pengulangan pada jalur pergerakan (overlap), sehingga volume pekerjaan pembersihan lahan adalah : 5.074 m<sup>2</sup>.

Produktivitas pada pekerjaan pembersihan lahan dinyatakan dalam satuan ha/jam (Rostiyanti, S. F, 2002), dan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Produktivitas (ha/jam) =

$$\frac{\text{lebar cut (m)} \times \text{kecepatan (km/jam)} \times \text{efisiensi}}{10}$$

Efisiensi diambil dari tabel pada bab sebelumnya dengan asumsi perencanaan :

- a. Kondisi kerja normal, sehingga faktor efisiensi waktu = 0,83
- b. Kondisi alat bagus, dan kondisi kerja bagus sehingga faktor efisiensi kerja bulldozer = 0,75
- c. Blade faktor untuk jenis tanah yang digusur adalah sedang, sehingga angka efisiensi = 0,8
- d. Keterampilan operator baik, sehingga faktor efisiensi operator = 0,75
- e. Jam efektif kerja dalam 1 bulan = 8 jam×26 hari kerja = 208 jam kerja

Dari asumsi diatas maka efisiensi produksi bulldozer adalah :

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi} &= 0,83 \times 0,75 \times 0,8 \times 0,75 \\ &= 0,3735\end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus produktivitas maka produksi bulldozer untuk pekerjaan pembersihan lahan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas (ha/jam)} &: \\ &= \frac{3,46 \times 3 \times 0,3735}{10} \\ &= 0,388 \text{ ha/jam}\end{aligned}$$

## 2. Perhitungan durasi pekerjaan pembersihan lahan

Dalam proses pekerjaan pembersihan lahan direncanakan menggunakan 1 unit alat berat bulldozer. Untuk menghitung durasi pekerjaan menggunakan rumus :

$$t = \frac{V_t \text{ (ha)}}{\text{produktivitas (ha/jam)} \times n \text{ (unit)}}$$

Dari hasil perhitungan sebelumnya didapatkan :

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas bulldozer} &= 0,388 \text{ ha/jam} \\ V_t &= 5.074 \text{ m}^2\end{aligned}$$



sehingga didapatkan durasi penggunaan alat bulldozer adalah :

$$t = \frac{0,5074}{0,388 \times 1} = 1,307 \approx 2 \text{ jam}$$

### 3. Perhitungan pemakaian bulldozer

Semua alat berat yang digunakan menggunakan sistem sewa berdasarkan harga satuan yang telah ada dilapangan. Perhitungan biaya sewa alat berat bulldozer merupakan total jumlah dari biaya sewa alat, biaya operator, biaya bahan bakar, dan pelumas.

Biaya sewa alat/jam	= Rp 155.000,00
Biaya operator/jam	= Rp 18.750,00
Biaya bahan bakar/jam	= 22 l x Rp 6.900,00
	= Rp 303.600,00
Biaya Oli/jam	= 4,75l x Rp 26.400,00
	= Rp 125.400,00

Jadi Biaya Operasi alat per jam :

$$= 155000 + 18750 + 303.600 + 125.400$$

$$= \text{Rp } 602.750,00$$

Total biaya pemakaian bulldozer :

$$= \text{Biaya Operasional} \times \text{Waktu penyelesaian}$$

$$= \text{Rp } 602.750,00 \times 2 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp } 1.205.500,00$$

Biaya Mobilisasi-Demobilisasi alat menuju lokasi/alat :

$$= \text{Rp } 3.000.000,00$$

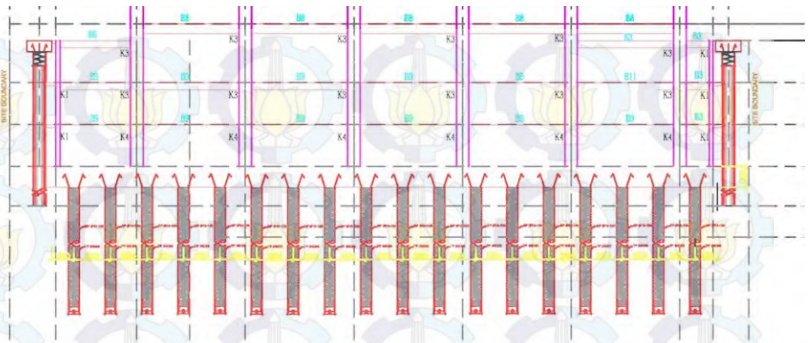
Jadi biaya total pemakaian bulldozer untuk pekerjaan pembersihan lahan :

$$= \text{Rp } 1.205.500,00 + \text{Rp } 3.000.000,00$$

$$= \text{Rp } 4.205.500,00$$

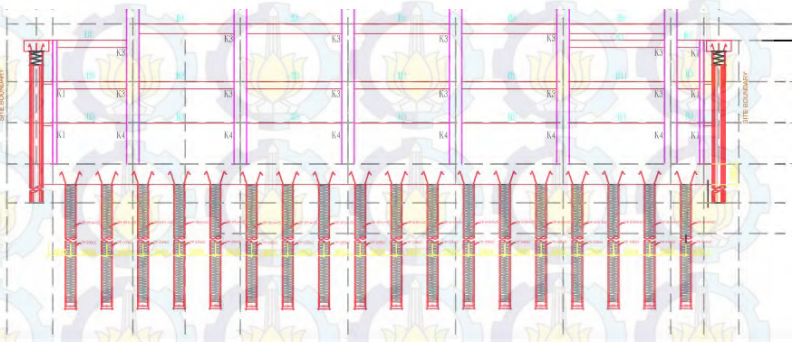
#### 4.4.6 Pekerjaan Penggalian

Penggalian pertama yang dilakukan adalah penggalian lantai satu *basement* pada zona 1 dengan menggunakan *excavator*. Dapat dilihat pada Gambar 4.12.



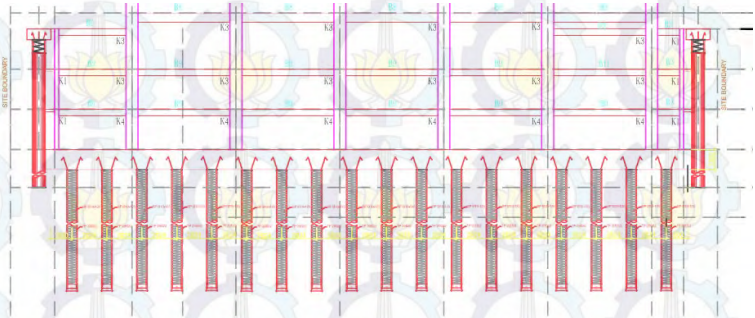
Gambar 4.12. Penggalan Lantai Satu *Basement* pada Zona 1

Kemudian setelah zona 1 selesai, penggalian dilanjutkan ke zona 2. Setelah itu dilakukan pekerjaan pembuatan plat lantai untuk lantai satu *basement*, dicor diatas tanah disertai juga pembuatan lantai kerjanya. Untuk setiap lubang bukaan diberi *ramp* sementara yang berfungsi sebagai lintasan alat berat. Pembuatan lantai satu yang telah selesai dapat dilihat pada Gambar 4.13.



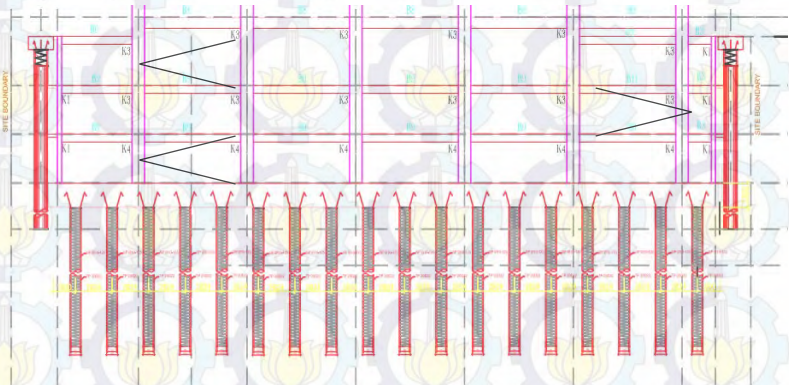
Gambar 4.13. Pembuatan Lantai untuk *Basement* Satu

Kemudian dilanjutkan dengan penggalian *basement* lantai 2 dan 3 dengan proses yang sama. Setelah mencapai lantai *basement* 3 ditambah 1,5 meter untuk *raft foundation*. Pekerjaan lantai untuk tiap *basement* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14. Pekerjaan Lantai *Basement*

Penggalian lantai *basement* dengan alat berat excavator dilakukan secara bertahap dari atas kebawah dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15. Pelaksanaan Penggalian Lantai *Basement* dengan Alat Berat Excavator

#### 4.4.7 Analisis Pemakaian Alat Berat Excavator

Pekerjaan galian basement dilakukan dengan menggunakan alat berat berupa excavator. Sedangkan data-data mengenai alat dan volume pekerjaan galian adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan produktivitas alat berat excavator
  - a. Alat berat yang digunakan : Komatsu PC200-8
  - b. Panjang jangkauan boom : 10 - 12 m
  - c. Kapasitas bucket :  $0,97 \text{ m}^3$
  - d. Luas area pekerjaan zona A :  $2337,852 \text{ m}^2$
  - e. Luas area pekerjaan zona B :  $2337,852 \text{ m}^2$
  - f. Kedalaman galian : 11 m

Alasan pemilihan alat berat excavator tipe PC200-8 didasarkan pada ketersediaan alat dipasaran yang dipakai oleh pihak kontraktor serta didasarkan pada jangkauan maksimal lengan boom serta pembagian area galian menjadi 2 area pada tiap tahap galian.

Sehingga volume pekerjaan galian basement adalah :

$$\begin{aligned} \text{Zona A} &= 2337,852 \text{ m}^2 \times 11 \text{ m} \\ &= 25716,372 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Zona B} &= 2337,852 \text{ m}^2 \times 11 \text{ m} \\ &= 25716,372 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dalam menghitung produktivitas excavator dilakukan beberapa asumsi, antara lain :

- a. Kondisi kerja normal sehingga faktor efisiensi waktu = 0,83, dan faktor efisiensi operator = 0,75
- b. Kondisi kerja normal - sedang, sehingga faktor efisiensi kerja excavator = 0,75
- c. Kondisi operasi/penggalian sedang, sehingga bucket faktor = 1,10
- d. Kondisi penggalian normal dan kedalaman galian 50%, sehingga konversi faktor kedalaman = 1,00



e. Jenis material tanah, lempung lunak, ukuran alat  $0,97 \text{ m}^3$ , sehingga waktu siklus (*cycle time*) = 0,375 menit

f. Jam kerja selama 1 bulan = 208 jam kerja  
Dari asumsi yang telah ditentukan dapat menghitung efisiensi total yaitu :

$$FK = 0,75 \times 0,83 \times 0,75 \times 1,00 \\ = 0,467$$

Produktivitas excavator dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$TP = \frac{KB \times BF \times 60 \times FK}{CT} \dots\dots\dots \text{m}^3/\text{jam}$$

Dimana :

TP = Taksiran Produksi ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

BF = Faktor Bucket

KB = Kapasitas Bucket ( $\text{m}^3$ )

FK = Faktor koreksi total

CT = *Cycle Time* (menit)

Sehingga perhitungan produktivitas excavator :

$$TP = \frac{0,97 \times 1,10 \times 60 \times 0,467}{0,375} \\ TP = 79,726 \text{ m}^3/\text{jam}$$

## 2. Perhitungan Durasi Pekerjaan Galian Basement

Direncanakan jumlah penggunaan alat untuk masing-masing zona adalah 2 unit. Dari hasil perhitungan sebelumnya didapatkan :

### a. Galian *basement* 1

Tahap galian zona A

Kedalaman galian = 3 m

Produktivitas excavator =  $79,726 \text{ m}^3/\text{jam}$

$V_t$  zone A =  $2337,852 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m}$

=  $7013,556 \text{ m}^3$

n = 1

untuk durasi pekerjaannya adalah :

$$t_{\text{zona A}} = \frac{V_t (\text{m}^3)}{\text{prod.}(\text{m}^3/\text{jam}) \times n (\text{unit})}$$

$$t_{\text{zona A}} = \frac{7013,556 \text{ m}^3}{79,726 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1}$$

$$t_{\text{zona A}} = 87,971 \approx 88 \text{ jam}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama didapatkan hasil :

$$t_{\text{zona B}} = 88 \text{ jam}$$

Jadi durasi yang dibutuhkan untuk penggalian *basement 1* adalah 88 jam.

b. Galian *basement 2*

Tahap galian zona A

Kedalaman galian = 3 m

Produktivitas excavator = 79,726 m<sup>3</sup>/jam

$$V_t \text{ zone A} = 2337,852 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m} = 7013,556 \text{ m}^3$$

$$n = 1$$

untuk durasi pekerjaannya adalah :

$$t_{\text{zona A}} = \frac{V_t (\text{m}^3)}{\text{prod.}(\text{m}^3/\text{jam}) \times n (\text{unit})}$$

$$t_{\text{zona A}} = \frac{7013,556 \text{ m}^3}{79,726 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1}$$

$$t_{\text{zona A}} = 87,971 \approx 88 \text{ jam}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama didapatkan hasil :

$$t_{\text{zona B}} = 88 \text{ jam}$$

Jadi durasi yang dibutuhkan untuk penggalian *basement 2* adalah 88 jam.

c. Galian *basement 3*

Tahap galian zona A

Kedalaman galian = 5 m

Produktivitas excavator = 79,726 m<sup>3</sup>/jam

$$V_t \text{ zone A} = 2337,852 \text{ m}^2 \times 5 \text{ m} = 11689,26 \text{ m}^3$$

$$n = 1$$

untuk durasi pekerjaannya adalah :

$$t_{\text{zona A}} = \frac{V_t (\text{m}^3)}{\text{prod.}(\text{m}^3/\text{jam}) \times n (\text{unit})}$$

$$t_{\text{zona A}} = \frac{11689,26 \text{ m}^3}{79,726 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1}$$

$$t_{\text{zona A}} = 146,617 \approx 147 \text{ jam}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama didapatkan hasil :

$$t_{\text{zona B}} = 147 \text{ jam}$$

Jadi durasi yang dibutuhkan untuk penggalian *basement* 3 adalah 147 jam.

Total durasi yang diperlukan untuk pekerjaan galian *basement* adalah 323 jam dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari, maka durasi pekerjaan galian adalah 41 hari.

3. Perhitungan Biaya Pemakaian Excavator  
Excavator menggunakan sistem sewa dengan perhitungan sebagai berikut :

Biaya sewa alat/jam = Rp 175.000,00

Biaya operator/jam = Rp 18.750,00

Biaya bahan bakar/jam = 20 x Rp 6.900,00  
= Rp 138.000,00

Biaya oli/jam = 0,29 x Rp 26.400,00  
= Rp 7.656,00

Jadi biaya Operasional alat per jam :  
= 175.000 + 18.750 + 138.000 + 7.656  
= Rp 339.406,00

- a. Galian *Basement* 1

Tahap galian *basement* 1

Jumlah alat yang dipakai = 2 (zona A dan zona B)

Jumlah kerja total = 88 jam

Jadi biaya penggunaan excavator tahap galian *basement* 1:

= Biaya Operasional x jumlah alat x jam kerja alat

= Rp 339.406,00 x 2 x 88

= Rp 59.735.456,00

b. Galian *Basement 2*

Tahap galian *basement 2*

Jumlah alat yang dipakai = 2 (zona A dan zona B)

Jumlah kerja total = 88 jam

Jadi biaya penggunaan excavator tahap galian *basement 1*:

$$\begin{aligned} &= \text{Biaya Operasional} \times \text{jumlah alat} \times \text{jam kerja alat} \\ &= \text{Rp } 339.406,00 \times 2 \times 88 \\ &= \text{Rp } 59.735.456,00 \end{aligned}$$

c. Galian *Basement 3*

Tahap galian *basement 3*

Jumlah alat yang dipakai = 2 (zona A dan zona B)

Jumlah kerja total = 147 jam

Jadi biaya penggunaan excavator tahap galian *basement 1*:

$$\begin{aligned} &= \text{Biaya Operasional} \times \text{jumlah alat} \times \text{jam kerja alat} \\ &= \text{Rp } 339.406,00 \times 2 \times 147 \\ &= \text{Rp } 99.785.364,00 \end{aligned}$$

d. Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi

$$\begin{aligned} &= 2 \times \text{Rp } 3.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 6.000.000,00 \end{aligned}$$

Jadi Biaya Total Pemakaian Excavator adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Rp } 59.735.456,00 + \text{Rp } 59.735.456,00 + \text{Rp } 99.785.364,00 + \text{Rp } 6.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 225.256.276,00 \end{aligned}$$

#### 4.4.8 Pekerjaan Pembuangan Material Hasil Galian

Pada saat lahan digali, tahapan pekerjaan lain yaitu pengangkutan material hasil galian untuk dibuang menuju area pembuangan yang telah ditentukan. Alat yang dipakai untuk pekerjaan ini adalah kombinasi antara



excavator sebagai alat penggali dengan dump truck sebagai alat pengangkut. Untuk menghitung kapasitas produksi per jam dari dump truck maka dilakukan beberapa asumsi untuk menentukan faktor-faktor efisiensi, antara lain sebagai berikut :

1. Kondisi kerja normal, sehingga faktor efisiensi waktu = 0,83
2. Keterampilan operator normal, sehingga faktor efisiensi operator = 0,75
3. Jumlah jam kerja efektif dalam 1 hari = 8 jam, 6 hari kerja dalam 1 minggu

### **Analisis Pemakaian Alat Berat Dump Truck**

Alat yang digunakan yaitu excavator tipe PC200-8 dan dikombinasi dengan dump truk CWA 260 10 ton. Data mengenai dump truck dan excavator diantaranya sebagai berikut :

- Kapasitas bucket dump truck =  $23,76 \text{ m}^3$   
(5,5 m x 2,4 m x 1,8 m)
- Kapasitas bucket excavator =  $0,97 \text{ m}^3$
- Bucket faktor excavator = 1,10

Pemilihan alat berat dump truck didasarkan pada ketersediaan alat di pasaran yang dipakai oleh pihak kontraktor serta berdasarkan kapasitas muat dump truck yang disesuaikan dengan volume galian yang cukup besar.

#### **1. Perhitungan Produktivitas Alat Berat Dump Truck**

Produktivitas dump truck dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas} = q \times \frac{60}{\text{cycle time}} \times E$$

Dimana :

q = Kapasitas angkut bucket truck

E = efisiensi waktu kerja (waktu kerja efektif/60)

Ct = waktu siklus/cycle time

a. Perhitungan cycle time/waktu siklus

Rumus yang digunakan untuk menghitung jumlah cycle time adalah sebagai berikut :

$$Ct = (n \times C_{excav}) + \frac{J}{V_1} + \frac{J}{V_2} + t_1 + t_2$$

Dimana :

$n$  = jumlah siklus yang diperlukan excavator untuk mengisi bucket dump truck (jumlah rit)

$C_{excav}$  = waktu siklus excavator = 0,375

$J$  = jarak angkut dump truck  
= 2,5 km

$V_1$  = kecepatan berangkat  
= 30 km/jam = 500 m/menit

$V_2$  = kecepatan kembali  
= 50 km/jam = 833,33 m/menit

$t_1$  = waktu dumping

$t_2$  = waktu siap loading

untuk menghitung nilai  $n$ , menggunakan rumus berikut :

$$n = \left( \frac{C_1}{q_1} \right) \times K$$

Dimana :

$C_1$  = kapasitas rata-rata bucket dump truck  
( $m^3$ )

$q_1$  = kapasitas bucket excavator ( $m^3$ )

$K$  = faktor bucket excavator

Jadi untuk nilai  $n$  sebesar :

$$n = \left( \frac{C_1}{q_1} \right) \times K$$

$$n = \left( \frac{23,76}{0,97} \right) \times 1,1$$

$$= 26,944 \approx 27$$

Untuk menghitung nilai  $t_1$  dan  $t_2$  digunakan rumus berikut :

- $t_1 = \left( \frac{L}{V_1} \right) \times 60$

- $t_2 = \left(\frac{L}{V_2}\right) \times 60$

Jadi besar nilai  $t_1$  dan  $t_2$  adalah sebagai berikut :

- $t_1 = \left(\frac{L}{V_1}\right) \times 60$   
 $= \left(\frac{2,5}{30}\right) \times 60 = 5 \text{ menit}$

- $t_2 = \left(\frac{L}{V_2}\right) \times 60$   
 $= \left(\frac{2,5}{50}\right) \times 60 = 3 \text{ menit}$

Sehingga harga  $C_t$  menjadi :

$$C_t = (27 \times 0,375) + \frac{2500}{500} + \frac{2500}{833,33} + 5 + 3$$

$$= 26,125 \text{ menit}$$

b. Efisiensi

Berdasarkan asumsi-asumsi yang telah diambil maka nilai efisiensi total adalah :

$$E = 0,85 \times 0,75$$

$$= 0,6225$$

Dari hasil perhitungan sebelumnya maka dapat menghitung nilai produktivitas dump truck sebagai berikut :

$$\text{Produktivitas} = 23,76 \times \frac{60}{26,125} \times 0,6225$$

$$= 33,969 \text{ m}^3/\text{jam}$$

2. Perhitungan Jumlah Kebutuhan Dump Truck

Berikut rumus yang digunakan untuk kebutuhan dump truck :

$$n_d = \frac{TP_{excavator}}{TP_{dump\ truck}}$$

$$= \frac{79,726}{33,969}$$

$$= 2,347 \approx 3 \text{ unit}$$

3. Perhitungan Durasi Pekerjaan Pembuangan

Perhitungan alat yang akan dipakai adalah dump truck dikombinasikan dengan excavator PC 200-8. Dari hasil perhitungan sebelumnya didapatkan :

a. Galian *basement* 1Tahap galian *basement* 1

Kedalaman galian = 3 m

Produktivitas dump truck = 33,969 m<sup>3</sup>/jamV<sub>t</sub> zone A = 2337,852 m<sup>2</sup> x 3 m= 7013,556 m<sup>3</sup>

n = 6 unit

untuk durasi pekerjaannya adalah :

$$t_{\text{zona A}} = \frac{V_t (m^3)}{\text{prod.}(m^3/\text{jam}) \times n (\text{unit})}$$

$$t_{\text{zona A}} = \frac{7013,556 m^3}{33,969 m^3/\text{jam} \times 6}$$

$$t_{\text{zona A}} = 43,412 \approx 43 \text{ jam}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama didapatkan hasil :

$$t_{\text{zona B}} = 43 \text{ jam}$$

b. Galian *basement* 2Tahap galian *basement* 2

Kedalaman galian = 3 m

Produktivitas dump truck = 33,969 m<sup>3</sup>/jamV<sub>t</sub> zone A = 2337,852 m<sup>2</sup> x 3 m= 7013,556 m<sup>3</sup>

n = 6 unit

untuk durasi pekerjaannya adalah :

$$t_{\text{zona A}} = \frac{V_t (m^3)}{\text{prod.}(m^3/\text{jam}) \times n (\text{unit})}$$

$$t_{\text{zona A}} = \frac{7013,556 m^3}{33,969 m^3/\text{jam} \times 6}$$

$$t_{\text{zona A}} = 43,412 \approx 43 \text{ jam}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama didapatkan hasil :

$$t_{\text{zona B}} = 43 \text{ jam}$$

c. Galian *basement* 3Tahap galian *basement* 3

Kedalaman galian = 5 m

Produktivitas dump truck = 33,969 m<sup>3</sup>/jam



$$\begin{aligned}
 V_t \text{ zone A} &= 2337,852 \text{ m}^2 \times 5 \text{ m} \\
 &= 11689,26 \text{ m}^3 \\
 n &= 6 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

untuk durasi pekerjaannya adalah :

$$\begin{aligned}
 t_{\text{zona A}} &= \frac{V_t \text{ (m}^3\text{)}}{\text{prod. (m}^3\text{/jam)} \times n \text{ (unit)}} \\
 t_{\text{zona A}} &= \frac{11689,26 \text{ m}^3}{33,969 \text{ m}^3\text{/jam} \times 6} \\
 t_{\text{zona A}} &= 57,353 \approx 57 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus yang sama didapatkan hasil :

$$t_{\text{zona B}} = 57 \text{ jam}$$

Jadi total durasi yang dibutuhkan untuk pembuangan material galian adalah 20 hari

4. Perhitungan Biaya Pemakaian Dump Truck  
Dump truck menggunakan sistem sewa dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa alat/jam} &= \text{Rp } 175.000,00 \\
 \text{Biaya operator/jam} &= \text{Rp } 18.750,00 \\
 \text{Biaya bahan bakar/jam} &= 25 \text{ lt} \times \text{Rp } 6.900,00 \\
 &= \text{Rp } 172.500,00 \\
 \text{Biaya oli/jam} &= 0,70 \text{ lt} \times \text{Rp } 26.400,00 \\
 &= \text{Rp } 18.480,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi biaya operasional alat per jam :} \\
 &= 175.000 + 18.750 + 172.500 + 18.480 \\
 &= \text{Rp } 382.230,00
 \end{aligned}$$

- a. Galian *basement* 1

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat yang dipakai} &= 6 \text{ (zona A dan zona B)} \\
 \text{Jumlah kerja total} &= 43 + 43 \\
 &= 86 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Jadi biaya penggunaan dump truck untuk galian *basement* 1 :

= Biaya Operasional x jumlah alat x jam kerja alat

$$= \text{Rp } 382.230,00 \times 6 \times 86$$

$$= \text{Rp } 197.230.680,00$$

b. Galian *basement* 2

Jumlah alat yang dipakai = 6 (zona A dan zona B)

Jumlah kerja total = 43 + 43

= 86 jam

Jadi biaya penggunaan dump truck untuk galian *basement* 2 :

= Biaya Operasional x jumlah alat x jam kerja alat

$$= \text{Rp } 382.230,00 \times 6 \times 86$$

$$= \text{Rp } 197.230.680,00$$

c. Galian *basement* 3

Jumlah alat yang dipakai = 6 (zona A dan zona B)

Jumlah kerja total = 57 + 57

= 114 jam

Jadi biaya penggunaan dump truck untuk galian *basement* 3 :

= Biaya Operasional x jumlah alat x jam kerja alat

$$= \text{Rp } 382.230,00 \times 6 \times 114$$

$$= \text{Rp } 261.445.320,00$$

d. Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi

$$= 6 \times \text{Rp } 3.000.000,00$$

$$= \text{Rp } 18.000.000,00$$

Jadi Biaya Total Pemakaian Dump Truck adalah :

$$= \text{Rp } 197.230.680,00 + \text{Rp } 197.230.680,00 + \text{Rp } 261.445.320 + \text{Rp } 18.000.000,00$$

$$= \text{Rp } 673.906.680,00$$

#### 4.5. Analisis Pekerjaan Struktur

Pada penyusunan tugas akhir ini, karena metode pelaksanaan pekerjaan diganti menggunakan metode konstruksi *top-down* maka untuk pekerjaan struktur dibagi menjadi 2, yaitu pekerjaan struktur atas dan pekerjaan struktur basement.

##### 4.5.1. Analisis Pekerjaan Struktur Atas

Tahapan pelaksanaan struktur atas proyek Gedung Parkir Apartemen One East adalah :

- a. Persiapan alat *tower crane* dan area pelaksanaan.
  - b. Pengangkatan material (kayu, besi, *scaffolding*, bekisting, kolom dan lain-lain) dari lantai 1 ke lantai berikutnya.
  - c. Pekerjaan Kolom.
  - d. Pekerjaan Balok dan Pelat Lantai.
1. Pekerjaan Kolom, Tangga, *Shear Wall*, dan *Retaining Wall*

Pada tahap ini pekerjaan dilakukan pada saat bersamaan. Hal ini dikarenakan struktur kolom, tangga, *shear wall*, dan *retaining wall* berada pada lantai/elevasi yang sama. Struktur kolom, *retaining wall* dan *shear wall* direncanakan menggunakan mutu beton K-400. Alat yang digunakan :

Tabel 4.1 Tabel Alat pada Pekerjaan Kolom, Retaining Wall, dan Shear Wall

NO	Uraian	Kapasitas	Jumlah
1.	Tower Crane	2,3 ton	1 unit
2.	Bar Cutter		1 unit
3.	Bar Bender		1 unit

4.	Truck Mixer	1,3 ton	3 unit
5.	Concrete Bucket	0,8 m <sup>3</sup>	1 unit
6.	Vibrator		2 unit

Pemilihan jenis dan jumlah alat untuk alat berat *tower crane* didasarkan pada jangkauan radius maksimal pada pekerjaan proyek ini. Tahapan pekerjaan kolom, shear wall, dan retaining wall antara lain :

- a. Instalasi tulangan kolom, tangga, retaining wall, dan shear wall
- b. Pemasangan bekisting kolom, tangga, shear wall, dan retaining wall
- c. Pengecoran kolom, tangga, retaining wall, dan shear wall

## 2. Pekerjaan Balok dan Pelat

Struktur balok direncanakan dengan mutu beton K-300, sedangkan untuk pelat direncanakan dengan ketebalan 15 cm. Alat yang digunakan :

Tabel 4.2 Tabel Alat pada Pekerjaan Balok dan Pelat

NO	Uraian	Kapasitas	Jumlah
1.	Truck Mixer	1,3 ton	3 unit
2.	Concrete Bucket	0,8 m <sup>3</sup>	1 unit
3.	Vibrator		2 unit



Tahapan pekerjaan balok dan pelat antara lain :

- a. Instalasi tulangan balok dan pelat
- b. Pemasangan bekisting balok dan pelat
- c. Pengecoran balok dan pelat

Untuk pekerjaan struktur lantai atas selanjutnya pada dasarnya sama dengan metode pelaksanaan pekerjaan struktur yang telah dijelaskan diatas, yaitu mulai dari pekerjaan struktur kolom sampai dengan pekerjaan balok dan pelat.

#### 4.5.2 Analisis Pekerjaan Struktur Bawah (Basement)

##### a. *Pile Cap*

*Pile Cap* atau kepala tiang adalah struktur beton yang berada pada bagian atas/ujung tiang pancang. Fungsi dari *pile cap* yaitu sebagai penyalur/pendistribusi beban dari struktur atas (kolom) ke tiap-tiap tiang pancang secara merata.

Alat yang digunakan :

Tabel 4.3 Tabel Alat pada Pekerjaan *Pile Cap*

NO	Uraian	Kapasitas	Jumlah
1.	Excavator	0,97 m <sup>3</sup>	2 unit
2.	Dump Truck	8 m <sup>3</sup>	6 unit
3.	Tower Crane	2,3 ton	1 unit
4.	Bar Cutter		1 unit
5.	Bar Bender		1 unit

Alasan pemilihan alat berat diatas didasarkan pada ketersediaan alat di pasaran yang digunakan oleh pihak kontraktor.

Tahapan pekerjaan pada *pile cap* yaitu :

1. Pekerjaan penggalian sekitar tiang pancang  
Pekerjaan penggalian dilakukan dengan menggunakan excavator dengan mengeruk tanah disekeliling *bored pile*. Volume tanah yang digali sesuai dengan *pile cap* yang direncanakan. Tanah yang dikeruk selanjutnya diangkut oleh *dump truck*.
2. Pemotongan tiang pancang  
Pekerjaan pemotongan tiang pancang untuk 1 tiang dikerjakan manual dengan tenaga manusia, urutan pelaksanaan pemotongan sebagai berikut :
  - Tiang pancang di betel dengan kedalaman sesuai rencana hingga terlihat tulangnya.
  - Tulangan yang telah terlihat dipotong dengan menggunakan las.
3. Bekisting *pile cap*  
Bekisting merupakan suatu cetakan atau acuan agar bentuk suatu struktur terutama yang terbuat dari bahan semen sesuai dengan bentuk yang direncanakan. Perlu dilakukan pengukuran agar didapatkan ketinggian agar didapat ketinggian serta ketebalan *pile cap* sesuai dengan gambar rencana.
4. Pembesian
  - Merencanakan bentuk dan potongan tiap tipe tulangan dengan diameter dan mutu besi yang sesuai dengan spesifikasi.
  - Pembengkakan tidak boleh dilakukan lebih dari 2 kali pada titik yang sama.
  - Mengelompokkan potongan besi pada stock sesuai dengan ukuran dan tipe besi.
  - Posisi dan elevasi pembesian dilakukan dengan bantuan surveyor.

- Sebelum pembesian daerah yang akan dipasang besi bersih dari kotoran dan genangan air.
- Posisi tulangan dibuat selang seling supaya tidak terjadi pelemahan pada satu tempat, rangkaian besi harus kuat dan tetap pada posisinya hingga selesainya pengecoran.
- Setelah selesai pembesian maka dilakukan pengecoran.

#### 5. Pengecoran

Setelah dilakukan pekerjaan bekisting dan pembesian, maka dilakukan pekerjaan pengecoran dengan menggunakan *ready mix*. Selama pekerjaan pengecoran berlangsung ada beberapa pekerjaan yang membantu seperti, memegang alat vibrator, pompa dan *mixer*. Setelah pengecoran beton selesai maka permukaan beton diratakan, setelah itu dilakukan *curing*.

#### b. Pekerjaan Lantai Basement

Untuk pekerjaan struktur bawah dilakukan mulai pada basement 1, pertama dilakukan galian sesuai dengan urutan zona. Setelah penggalian pertama selesai, dilakukan pekerjaan pembuatan pelat lantai untuk lantai satu basement dengan dicor diatas tanah disertai juga pembuatan lantai kerjanya. Selanjutnya tahapan tersebut dilakukan berulang pada pekerjaan lantai basement selanjutnya sampai lantai basement 3. Alat yang digunakan :

Tabel 4.3 Tabel Alat pada Pekerjaan Struktur Bawah

NO	Uraian	Kapasitas	Jumlah
1.	Truck Mixer	1,3 ton	3 unit

2.	Concrete Pump	8 m <sup>3</sup>	2 unit
3.	Vibrator		2 unit

Alat berat yang dipakai pada tahapan pekerjaan *basement* antara lain :

- a. *Excavator* = 0,97 m<sup>3</sup>.
- b. *Dump truck* = 8 m<sup>3</sup>
- c. *Truck Mixer* = 5 m<sup>3</sup>
- d. *Concrete pump* = 30 m<sup>3</sup>/jam
- e. *Vibrator*
- f. *Tower Crane* = 2,3 ton
- g. Alat-alat bantu lain

#### *Pile Cap*

Persiapan Tenaga (zona A dan zona B)

- Pelaksana = 4 orang
- Operator *concrete pump* = 2 orang
- Operator *Vibrator* = 2 orang
- Labour = 25 orang
- Operator truck mixer = 3 orang

Persiapan Alat (zona A dan zona B)

- *Excavator* = 0,97 m<sup>3</sup>
- *Dump truck* = 8 m<sup>3</sup>
- *Concrete pump* = 2 unit
- *Truck Mixer* = 3 unit
- *Vibrator* = 2 unit

Perhitungan pekerjaan struktur *pile cap* untuk masing-masing zona adalah :

1. zona A dan zona B
  - a. Pekerjaan galian  
Volume = 130,61 m<sup>3</sup>



$$TP = 79,726 \text{ m}^3/\text{jam}$$

maka durasi pekerjaan adalah :

$$t = \frac{Volume}{TP \times n} = \frac{130,61}{79,726 \times 2} = 0,819 \approx 1 \text{ jam}$$

- b. Pekerjaan pemasangan bekisting

$$Volume = 261,22 \text{ m}^2$$

$$TP = 450 \text{ m}^2/\text{hari}$$

maka durasi pekerjaan adalah :

$$t = \frac{Volume}{TP} = \frac{261,22}{450} = 0,580 \approx 1 \text{ hari}$$

- c. Pekerjaan pembesian

$$Volume = 8048,45 \text{ kg}$$

$$TP = 12000 \text{ kg/hari}$$

maka durasi pekerjaan adalah :

$$t = \frac{Volume}{TP} = \frac{8048,45}{12000} = 0,671 \approx 1 \text{ hari}$$

- d. Pekerjaan pengecoran

$$Volume = 102,53 \text{ m}^3$$

$$TP = 30 \text{ m}^3/\text{jam}$$

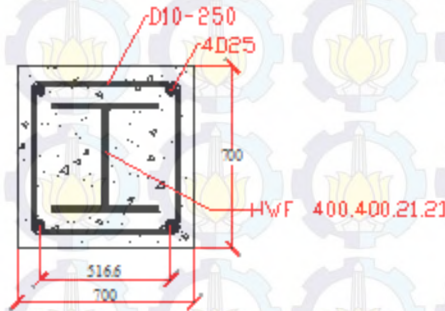
maka durasi pekerjaan adalah :

$$t = \frac{Volume}{TP \times n} = \frac{102,53}{30 \times 2} = 1,708 \approx 2 \text{ jam}$$

#### 4.5.3. Analisis Dimensi Kolom dan Pelat

- a. Pekerjaan Kolom

Pada metode *bottom up* perencanaan dimensi kolom adalah 500 x 200, sehingga pada modifikasi metode *top-down* berdasarkan perencanaan struktur Tugas Akhir ukuran kolom menjadi 700 x 700 mm dengan Tulangan utama 4D25 dan sengkang Ø13-250 hal dikarenakan terdapat *king post* yang nantinya menjadi kolom permanen (Fitri Prawidiawati, 2015). Detail kolom dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16. Detail *King Post* dan Kolom

b. Pekerjaan Pelat Lantai Dasar Basement

Pada pelat lantai dengan metode *bottom-up* tebal pelat dasar lantai adalah 9 cm, setelah dimodifikasi menggunakan metode *top-down* perencanaan struktur tebal pelat yaitu 50 cm. Hal ini dikarenakan pada pelat lantai dasar *basement* harus kuat untuk menahan gaya *uplift* (Fitri Prawidiawati, 2015).

#### 4.6. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) dihitung dengan cara mengalikan volume total pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan (HSPK 2015). RAB untuk metode *top-down* dapat dilihat pada lampiran.

Berdasarkan analisa pemakaian alat berat pada pekerjaan basement dan lantai atas mulai dari tahap pembersihan lahan sampai dengan pekerjaan struktur, maka didapat durasi pekerjaan adalah sebagai berikut :

a. Pekerjaan pembersihan lahan

Alat yang digunakan : Bulldozer D65E-12

Durasi pekerjaan : 2 jam

- Biaya pemakaian alat : Rp 4.205.500,00
- b. Pekerjaan galian basement
- Alat yang digunakan : Komatsu PC200-8
- Durasi pekerjaan :
1. 11 hari (basement 1)
  2. 11 hari (basement 2)
  3. 19 hari (basement 3)
- Biaya pemakaian alat excavator :  
Rp 225.256.276,00
- c. Pekerjaan pembuangan material
- Alat yang digunakan : *Dump Truck* Nissan
- Durasi pekerjaan :
1. 43 jam (basement 1)
  2. 43 jam (basement 2)
  3. 57 jam (basement 3)
- Biaya pemakaian alat *dump truck* :  
Rp 673.906.680,00
- d. Pekerjaan pemancangan *bored pile*
- Durasi pekerjaan : 39 hari
- Biaya pemakaian alat per titik :  
Rp 18.425.000,00
- e. Pekerjaan struktur *strong floor*
- Alat yang digunakan : *Concrete Bucket*, 1 unit  
*Truck Mixer*, 3 unit  
*Tower Crane*, 1 unit
- Durasi pekerjaan : 2 jam
- Biaya pemakaian alat : Rp 4.205.500,00

Untuk perhitungan pekerjaan struktur *basement* dan struktur lantai atas pada metode konstruksi *top-down* karena volume pekerjaan yang sama maka durasi pekerjaan pun sama. Oleh karena itu durasi pekerjaan tidak dihitung kembali. Perhitungan durasi dapat dilihat pada Tabel perhitungan durasi yang terdapat pada lampiran.

Setelah durasi masing-masing jenis pekerjaan diketahui untuk metode konstruksi *top-down* maka dilanjutkan dengan membuat jadwal proyek. Jadwal proyek dibuat dengan menggunakan *Microsoft Project 2010* dengan metode *Bar Chart*.

Jadwal proyek ini dibuat untuk mengetahui kapan pekerjaan dimulai dan kapan aktivitas pekerjaan selesai dan juga untuk mengetahui total waktu keseluruhan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek Apartemen One East dengan metode *top-down*. Penjadwalan untuk metode *top-down* dapat dilihat pada lampiran.

#### 4.7. Pembahasan

1. Dari hasil analisis data diperoleh untuk metode konstruksi *top-down* :

Biaya :

Tabel 4.4 Biaya Metode *Top-Down*

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp.)
I	BIAYA MATERIAL	Rp 44,061,725,726.56
II	BIAYA UPAH	Rp 8,233,891,061.91
III	BIAYA PERALATAN	Rp 3,288,747,528.00
IV	BIAYA TIDAK LANGSUNG	Rp 521,700,000.00
	Total	Rp 56,106,064,316.47

Durasi : 196 hari

2. Dari data yang diperoleh dari pihak *owner* didapatkan hasil untuk metode *bottom-up* :

Biaya : Rp 44.270.619.658,87

Durasi :

- o *Basement* : 182 hari
- o Struktur atas : 49 hari



## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil analisis data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

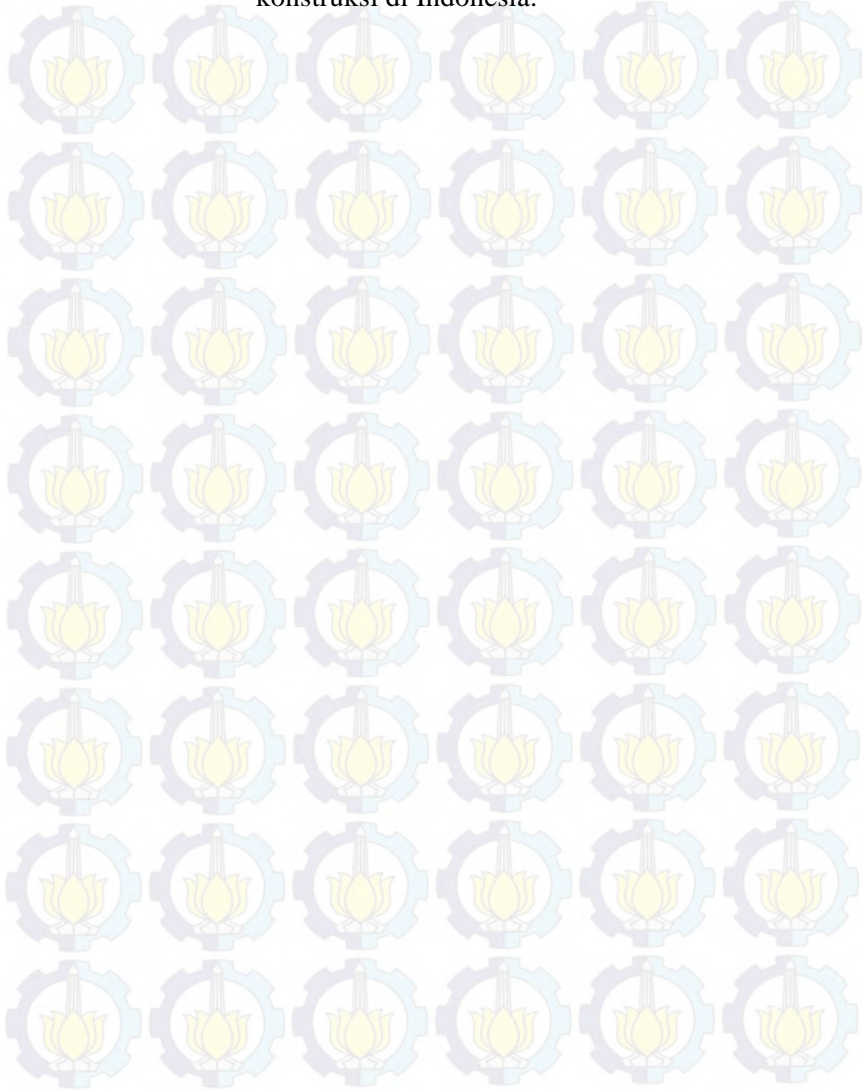
1. Metode konstruksi *top-down* membutuhkan ketelitian dan kompetensi khusus dalam pelaksanaan, diperlukan pendetailan dalam setiap tahapan pelaksanaannya.
2. Biaya pelaksanaan dengan menggunakan metode konstruksi *top-down* lebih mahal dikarenakan terdapat penambahan material yaitu *king post*, dan penambahan untuk dimensi *strong floor*.
3. Metode *top-down* membutuhkan waktu pelaksanaan selama 196 hari dengan biaya Rp 56.106.064.316,47.

Sedangkan dengan metode konstruksi *bottom-up* proyek ini membutuhkan waktu pelaksanaan selama 203 hari dengan total biaya Rp 44.270.619.658,87 untuk masing 3 lantai *basement* dan 3 lantai atas.

#### **5.2 Saran**

1. Pelaksanaan metode *top-down* sangat dimungkinkan untuk dilaksanakan, namun membutuhkan ketelitian dan keahlian dalam proses pelaksanaannya.
2. Perlunya pengembangan teknologi dan riset tentang *top-down* serta memasyarakatkan

penggunaan metode *top-down* pada jasa konstruksi di Indonesia.



[illegible]

	Lantai 2									
1	Kolom	348.966	32022	2926.92	30	12000	450	6	3	7
2	Balok dan pelat	116.32	10674	975.64	30	12000	450	2	1	2
3	retaining wall	337	102888	4306.2	30	12000	450	6	9	10
	Lantai 3									
1	Kolom	348.966	32022	2926.92	30	12000	450	6	3	7
2	Balok dan pelat	116.32	10674	975.64	30	12000	450	2	1	2
3	retaining wall	337	102888	4306.2	30	12000	450	6	9	10



# Rencana Anggaran Biaya

## METODE KONSTRUKSI TOP-DOWN

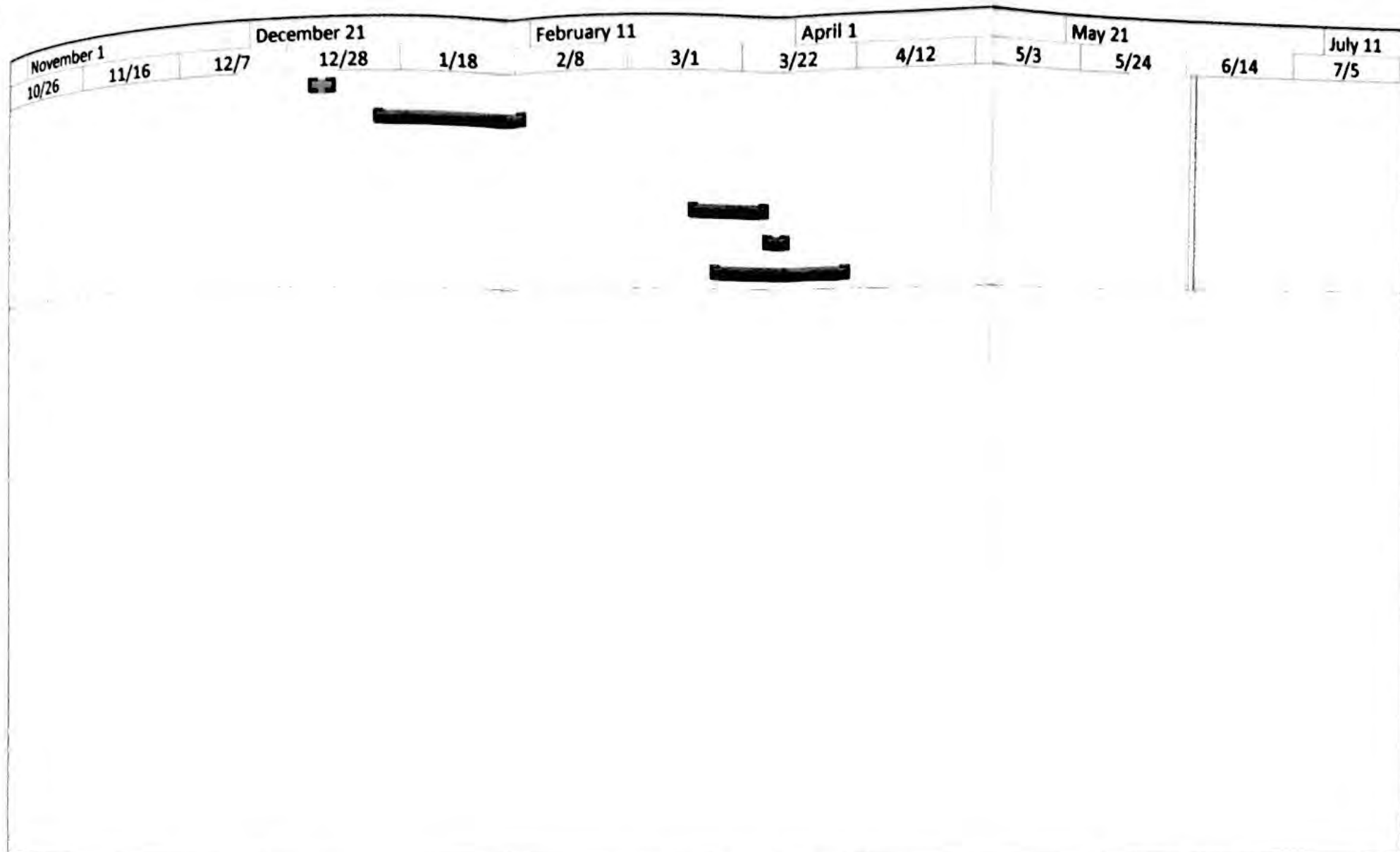
Proyek : Proyek Apartemen One East Surabaya

Lokasi : Kertajaya – Surabaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH HARGA Rp.
I	<b>BIAYA MATERIAL</b>				
	<b><i>Dinding Penahan Tanah</i></b>				
	a Pembesian	kg	410402.52	Rp 12,945.00	Rp 5,312,660,621.40
	b Beton	m3	5228.10	Rp 1,005,481.25	Rp 5,256,756,523.13
	<b><i>Pondasi Bored Pile</i></b>				
	a Pekerjaan Pembesian	kg	232931.16	Rp 12,945.00	Rp 3,015,293,866.20
	b Beton f'c 30 Mpa	m3	1978.20	Rp 1,005,481.25	Rp 1,989,043,008.75
	<b><i>King Post</i></b>	kg	195686.4	Rp 12,945.00	Rp 2,533,160,448.00
	<b><i>Pile Cap</i></b>				
	a. Bekisting	m2	261.22	Rp 68,843.75	Rp 17,983,364.38
	b. Pembesian	kg	8048.45	Rp 12,945.00	Rp 104,187,177.74
	c. Beton f'c 30 Mpa	m3	102.53	Rp 1,005,481.25	Rp 103,090,836.26
	<b><i>Sloof</i></b>				
	a. Bekisting	m2	627.4	Rp 153,430.00	Rp 96,261,982.00
	b. Pembesian	kg	21986.22	Rp 12,945.00	Rp 284,611,651.30
	c. Beton f'c 30 Mpa	m3	94.08	Rp 1,005,481.25	Rp 94,595,676.00
	<b><i>Pelat Basement</i></b>				
	a Pekerjaan Pembesian	kg	152745.333	Rp 12,945.00	Rp 1,977,288,340.00
	b Beton f'c 30 Mpa	m3	1991.84	Rp 1,005,481.25	Rp 2,002,754,756.56
	<b><i>Kolom</i></b>				
	a Bekisting	m2	8780.76	Rp 105,333.00	Rp 924,903,793.08
	b Pekerjaan Pembesian	kg	96066.00	Rp 12,945.00	Rp 1,243,574,370.00
	c Beton f'c 30 Mpa	m3	1046.898	Rp 1,005,481.25	Rp 1,052,636,309.66
	<b><i>Balok</i></b>				
	a Bekisting	m2	975.64	Rp 115,833.00	Rp 113,011,308.12
	b Pekerjaan Pembesian	kg	712874.00	Rp 12,945.00	Rp 9,228,153,930.00
	c Beton f'c 30 Mpa	m3	3491.03	Rp 1,005,481.25	Rp 3,510,168,224.63
	<b><i>Pelat Lantai</i></b>				
	a Bekisting	m2	2926.92	Rp 105,333.00	Rp 308,301,264.36
	b Pekerjaan Pembesian	kg	245340.00	Rp 12,945.00	Rp 3,175,926,300.00
	c Beton f'c 30 Mpa	m3	1708.00	Rp 1,005,481.25	Rp 1,717,361,975.00
	<i>Sub Total Biaya Material</i>				Rp 44,061,725,726.56

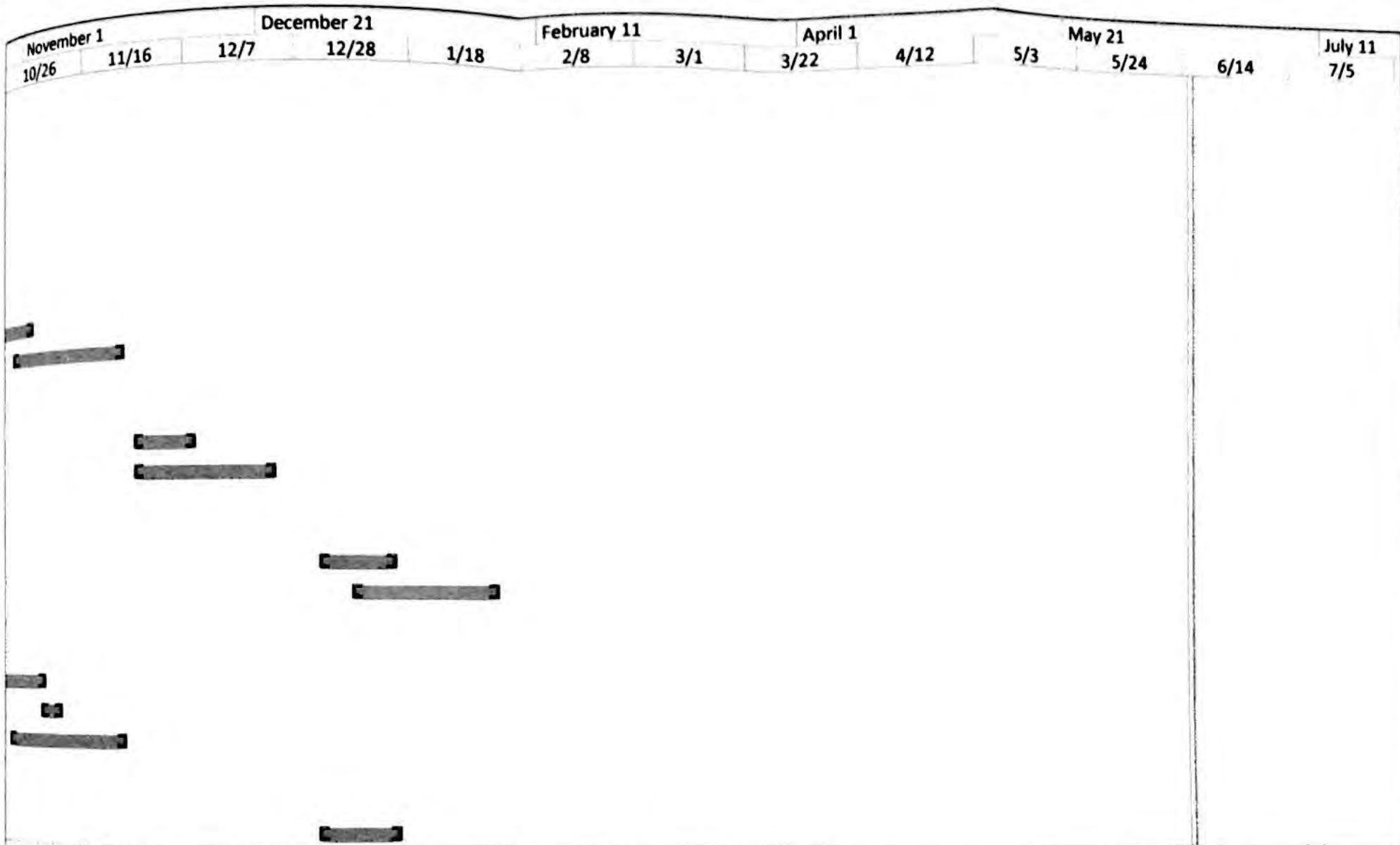
II	BIAYA UPAH					
	<b>Dinding Penahan Tanah</b>					
	a Pembesian	kg	410402.52	Rp	1,553.00	Rp 637,355,113.56
	b Beton	m3	5228.10	Rp	205,265.00	Rp 1,073,145,946.50
	<b>Pondasi Bored Pile</b>					
	a Pekerjaan Pembesian	kg	232931.16	Rp	1,553.00	Rp 361,742,091.48
	b Beton f'c 30 Mpa	m3	1978.20	Rp	205,265.00	Rp 406,055,223.00
	<b>King Post</b>	kg	195686.40	Rp	3,480.00	Rp 680,988,672.00
	<b>Pile Cap</b>					
	a. Bekisting	m2	261.22	Rp	17,293.75	Rp 4,517,473.38
	b. Pembesian	kg	8048.45	Rp	1,553.00	Rp 12,499,241.95
	c. Beton f'c 30 Mpa	m3	102.53	Rp	205,265.00	Rp 21,045,584.40
	<b>Sloof</b>					
	a. Bekisting	m2	627.40	Rp	84,760.00	Rp 53,178,424.00
	b. Pembesian	kg	21986.22	Rp	1,553.00	Rp 34,144,603.67
	c. Beton f'c 30 Mpa	m3	94.08	Rp	205,265.00	Rp 19,311,331.20
	<b>Pelat Basement</b>					
	a Pekerjaan Pembesian	kg	152745.33	Rp	1,553.00	Rp 237,213,502.67
	b Beton f'c 30 Mpa	m3	1991.84	Rp	205,265.00	Rp 408,854,421.81
	Kolom					
	a Bekisting	m2	8780.76	Rp	107,580.00	Rp 944,634,160.80
	b Pekerjaan Pembesian	kg	96066.00	Rp	1,553.00	Rp 149,190,498.00
	c Beton f'c 30 Mpa	m3	1046.90	Rp	205,265.00	Rp 214,891,517.97
	<b>Balok</b>					
	a Bekisting	m2	975.64	Rp	107,580.00	Rp 104,959,351.20
	b Pekerjaan Pembesian	kg	712874.00	Rp	1,553.00	Rp 1,107,093,322.00
	c Beton f'c 30 Mpa	m3	3491.03	Rp	205,265.00	Rp 716,586,888.75
	Pelat Lantai					
	a Bekisting	m2	2926.92	Rp	107,580.00	Rp 314,878,053.60
	b Pekerjaan Pembesian	kg	245340.00	Rp	1,553.00	Rp 381,013,020.00
	c Beton f'c 30 Mpa	m3	1708.00	Rp	205,265.00	Rp 350,592,620.00
	<b>Sub Total Biaya Upah</b>					Rp 8,233,891,061.91
III	BIAYA PERALATAN					
	Bulldozer	1 unit	2 jam	Rp	602,750.00	Rp 1,205,500.00
	Bored Pile Machine	1 unit	312 jam	Rp	8,325,000.00	Rp 2,597,400,000.00
	Excavator PC200-8	2 unit	323 jam	Rp	339,406.00	Rp 109,628,138.00
	Dump Truck	1 unit	143 jam	Rp	382,230.00	Rp 54,658,890.00
	Service Crane 35 Ton	1 unit	3 bln	Rp	32,160,000.00	Rp 96,480,000.00
	Tower Crane	1 unit	3 bln	Rp	109,250,000.00	Rp 327,750,000.00
	Bar Cutter	2 unit	3 bln	Rp	8,250,000.00	Rp 24,750,000.00
	Bar Bender	2 unit	3 bln	Rp	8,250,000.00	Rp 24,750,000.00
	Concrete Bucket	2 unit	3 bln	Rp	4,125,000.00	Rp 12,375,000.00
	Concrete Vibrator	2 unit	3 bln	Rp	13,250,000.00	Rp 39,750,000.00

	Sub Total Biaya Peralatan				Rp 3,288,747,528.00
IV	<b>BIAYA TIDAK LANGSUNG</b>				
1	Overhead Umum				
	Rapat Mingguan	bln	3	Rp 2,400,000.00	Rp 7,200,000.00
	Staf Kontraktor	bln	3	Rp 20,000,000.00	Rp 60,000,000.00
	Kantor dan akomodasi lain untuk kontraktor	bln	3	Rp 13,500,000.00	Rp 40,500,000.00
2	Overhead Proyek				
	K3	bln	3	Rp 19,500,000.00	Rp 58,500,000.00
	Perizinan dan Biaya Perizinan	bln	3	Rp 21,500,000.00	Rp 64,500,000.00
	Foto Kemajuan Proyek	bln	3	Rp 3,500,000.00	Rp 10,500,000.00
	Gambar kerja	bln	3	Rp 4,500,000.00	Rp 13,500,000.00
	As-bulit drawing	bln	3	Rp 5,000,000.00	Rp 15,000,000.00
	Telepon,air bersih, listrik	bln	3	Rp 28,000,000.00	Rp 84,000,000.00
	Bangunan Sementara	bln	3	Rp 9,500,000.00	Rp 28,500,000.00
	Gudang	bln	3	Rp 9,000,000.00	Rp 27,000,000.00
	Pekerja yang tinggal di lokasi	bln	3	Rp 7,500,000.00	Rp 22,500,000.00
	Akses Sementara	bln	3	Rp 14,000,000.00	Rp 42,000,000.00
	Pagar Lokasi Proyek	bln	3	Rp 16,000,000.00	Rp 48,000,000.00
	Sub Total Biaya Tidak Langsung				Rp 521,700,000.00
	Total Biaya				Rp 56,106,064,316.47



Project: Project1 Date: Mon 6/15/15	Task		External Milestone		Manual Summary Rollup	
	Split		Inactive Task		Manual Summary	
	Milestone		Inactive Milestone		Start-only	
	Summary		Inactive Summary		Finish-only	
	Project Summary		Manual Task		Deadline	
	External Tasks		Duration-only		Progress	





Project: Project1 Date: Mon 6/15/15	Task		External Milestone		Manual Summary Rollup	
	Split		Inactive Task		Manual Summary	
	Milestone		Inactive Milestone		Start-only	
	Summary		Inactive Summary		Finish-only	
	Project Summary		Manual Task		Deadline	
	External Tasks		Duration-only		Progress	

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	July 21 7/13	8/3	8/24	September 11 9/14	10/5	Nov 10/2
26		Balok dan Pelat	3 days	Thu 1/1/15	Mon 1/5/15						
27		Retaining Wall	20 days	Tue 1/13/15	Mon 2/9/15						
28											
29		Lantai 3									
30		Kolom	11 days	Thu 3/12/15	Thu 3/26/15						
31		Balok dan Pelat	3 days	Thu 3/26/15	Mon 3/30/15						
32		Retaining Wall	20 days	Mon 3/16/15	Fri 4/10/15						

Project: Project1  
Date: Mon 6/15/15

Task		External Milestone		Manual Summary Rollup	
Split		Inactive Task		Manual Summary	
Milestone		Inactive Milestone		Start-only	
Summary		Inactive Summary		Finish-only	
Project Summary		Manual Task		Deadline	
External Tasks		Duration-only		Progress	

ID	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	July 21		September 11			No
						7/13	8/3	8/24	9/14	10/5	10/2
1		Basement									
2		Dinding Penahan Tanah	25 days	Mon 8/18/14	Fri 9/19/14						
3		Pile Cap	2 days	Fri 9/19/14	Mon 9/22/14						
4		Pondasi Bored Pile dan king post	14 days	Mon 9/22/14	Thu 10/9/14						
5		Strong Floor	11 days	Thu 10/9/14	Thu 10/23/14						
6											
7		Lantai Basement 1									
8		Pelat dan balok	8 days	Thu 10/23/14	Mon 11/3/14						
9		Retaining Wall	19 days	Wed 10/29/14	Mon 11/24/14						
10											
11		Lantai Basement 2									
12		Pelat dan balok	8 days	Thu 11/27/14	Mon 12/8/14						
13		Retaining Wall	19 days	Thu 11/27/14	Tue 12/23/14						
14											
15		Lantai Basement 3									
16		Raff Foundation	10 days	Thu 1/1/15	Wed 1/14/15						
17		Retaining Wall	19 days	Wed 1/7/15	Mon 2/2/15						
18											
19		Lantai 1									
20		Kolom	11 days	Thu 10/23/14	Thu 11/6/14						
21		Balok dan Pelat	3 days	Thu 11/6/14	Mon 11/10/14						
22		Retaining Wall	20 days	Tue 10/28/14	Mon 11/24/14						
23											
24		Lantai 2									
25		Kolom	11 days	Thu 1/1/15	Thu 1/15/15						

Project: Project1 Date: Mon 6/15/15	Task		External Milestone		Manual Summary Rollup	
	Split		Inactive Task		Manual Summary	
	Milestone		Inactive Milestone		Start-only	
	Summary		Inactive Summary		Finish-only	
	Project Summary		Manual Task		Deadline	



## DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto. (2008). *Metode Konstruksi Gedung Bertingkat*. UI Press, Jakarta.
- Kajewski, S. (1994). *Construction Techniques and Methodology*. Makalah QUT untuk Short Course Pasca Sarjana Teknik Sipil, Jakarta.
- Byrne, J. (2015). Eotechnical Design Aspect of Basement Retaining Walls. <URL:<http://geobuuk.com>>
- Rostiyanti, S. F. (2008). *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta.
- Hemsley, J. A. (2000). *Design Application of Raft Foundations*. Thomas Telford Ltd, London.
- Howe, J. (1993). Introduction to Top-Down Construction. Makalah Seminar Satu Hari *Top-Down Construction*, Jakarta.
- Steven, Ho. Gunardi, Erron. (2014). Studi Kasus Terhadap *Basement 5 Lantai di Wilayah Surabaya Barat*, Surabaya.
- Rochmanhadi, Ir. (1992). *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Jakarta.
- Layanan Pengadaan Secara Elektronik Pemerintah Surabaya. Harga Satuan Pokok Kegiatan 2015.
- Prawidiawati, F. (2015). Analisa Perbandingan Metode Bottom-Up dan Metode Top-Down Pekerjaan Basement pada Gedung Parkir Apartemen Skyland City Education Park Bandung dari Segi Waktu dan Biaya, Surabaya.



## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Ninditya Mustika Sari, dilahirkan di kota Boyolali pada tanggal 4 Mei 1993, merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Agus Purmanto dan Erfanti.

Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Perwanida Boyolali, MI Negeri Boyolali, SMPN 1 Boyolali, dan melanjutkan ke SMAN 3 Boyolali.

Kemudian penulis melanjutkan pendidikan sarjana jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS

Surabaya dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 3111100127.

Dijurusan Teknik Sipil FTSP-ITS Surabaya, penulis adalah mahasiswa Program Sarjana (S1) dengan bidang studi manajemen konstruksi.

Selama kuliah, penulis menjuarai beberapa lomba yang diadakan oleh Institut maupun Fakultas, yaitu Juara 2 Futsal Putri ITS Futsal Championship (IFC) tahun 2014 dan 2015, dan Juara 2 Futsal Putri Olimpiade FTSP tahun 2014 dan 2015. Selain itu, penulis juga aktif berorganisasi di kampus, tepatnya menjabat sebagai Staff Departemen DANUS HMS tahun 2012-2013 dan Sekretaris Departemen DANUS HMS 2013-2014.

E-mail : [ms.ninditya@gmail.com](mailto:ms.ninditya@gmail.com)